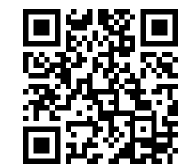
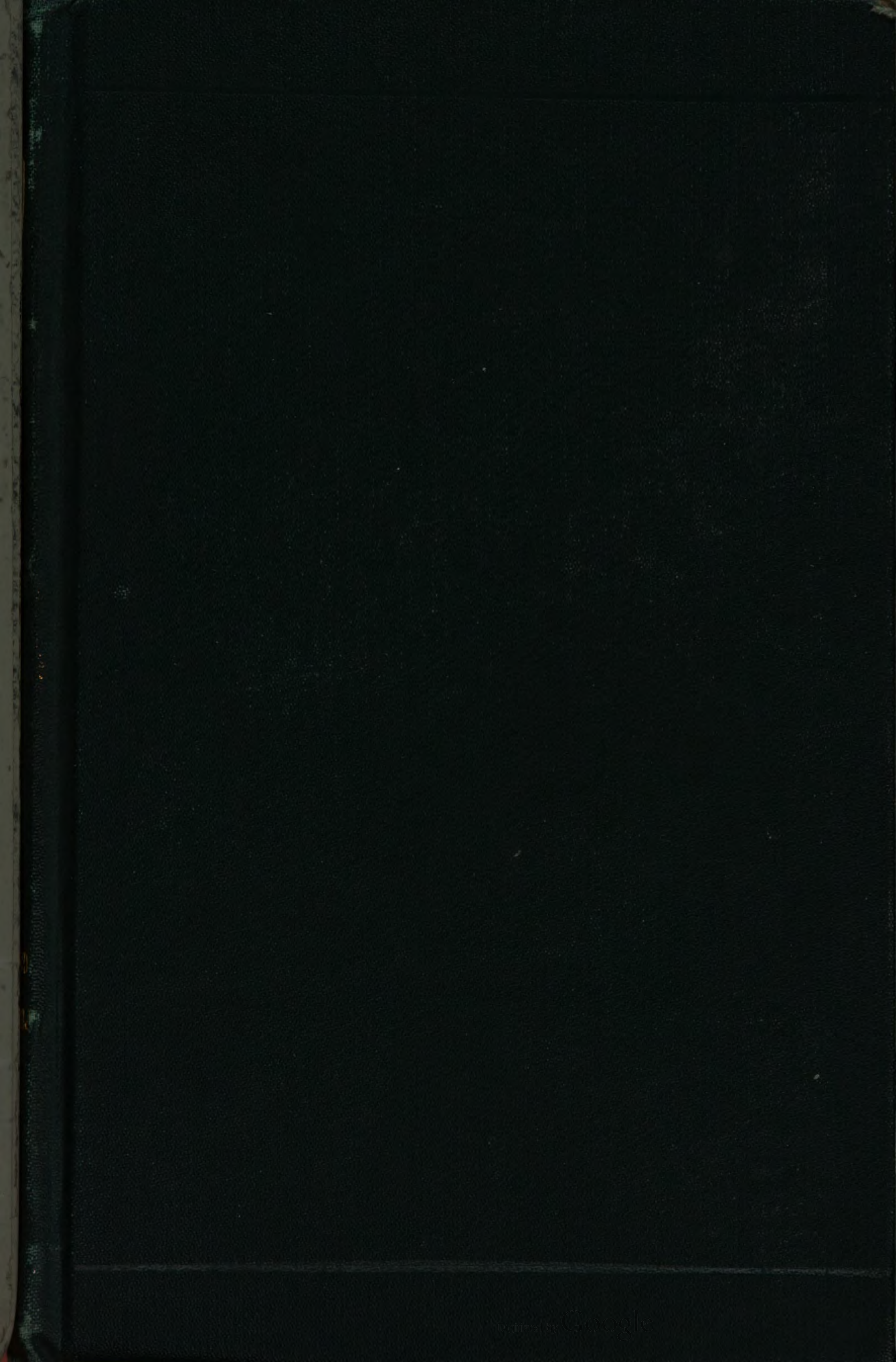
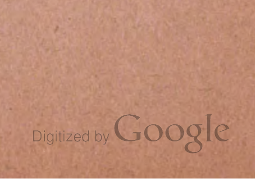









Digitized by Google

Verhandlungen

der

physikalischen Gesellschaft in Berlin

Band I, 1882.



Inhaltsverzeichniss
der
Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin
Band I, 1882.

... die Physikalische Gesellschaft zu ... ihrer „Die Fortschritte der Physik“ einen ...nst vollständigen Ueberblick über die gesammte physikalische Literatur heraus.

Mit dem Erscheinen des Bandes 1881 (Band XXXVII) ist die Reihenfolge wieder die regelmässige geworden, da durch die kürzliche Veröffentlichung des Bandes 1879 (XXXV) der Band 1880 nun angeschlossen ist. Die Physikalische Gesellschaft wird das Werk in der bisherigen Weise weiterführen. Von 1882 an übernimmt Herr Dr. Rosochatius, der auch die „Verhandlungen“ redigirt, die Redaction der beiden ersten Abtheilungen; Herr Director Dr. Schwalbe führt die Redaction des dritten Abschnitts zunächst weiter fort.

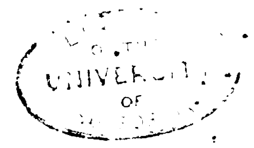
Da die immer mehr anwachsende Literatur, die zunehmende Zerstreuung derselben in verschiedenartigen Zeitschriften und die Schwerzugänglichkeit der ausländischen Journale den Abschluss eines Jahrgangs in der Literatur etwas hinausschieben, auch die Bearbeitung derselben und der Druck einige Zeit in Anspruch nehmen, können die Bände nicht unmittelbar nach Ablauf des Jahres erscheinen. Dazu kamen leider öftere Erkrankungen des bisherigen Redacteurs, welche die Herausgabe der letzten Bände über das früher stets eingehaltene Maass verzögert haben. Inzwischen sind die Vorarbeiten bis 1886 incl. abgeschlossen und liegt die Literatur dieser sechs Jahrgänge übersichtlich bereit, so dass wir erwarten dürfen, dieselben kurz hinter einander liefern zu können.

Unter diesen Umständen hofft die Physikalische Gesellschaft dass den „Fortschritten der Physik“, welche eine in ihrer Weise einzig dastehende Uebersicht der Literatur einer wichtigen und umfassenden Wissenschaft, durch fast 40 Jahre nach einheitlichem Plane fortgesetzt, darstellen, die Theilnahme, die ihnen seitens der wissenschaftlichen Welt wurde, auch ferner erhalten bleibt.

Berlin, im Februar 1887.

Die Physikalische Gesellschaft zu Berlin.

E. du Bois-Reymond. H. v. Helmholtz. G. Kirchhoff. W. v. Bezold.
G. Hansemann. O. Lummer.
B. Schwalbe.



Seit dem Jahre 1845 giebt die Physikalische Gesellschaft zu Berlin unter dem Titel „Die Fortschritte der Physik" einen möglichst vollständigen Ueberblick über die gesammte physikalische Literatur heraus.

Mit dem Erscheinen des Bandes 1881 (Band XXXVII) ist die Reihenfolge wieder die regelmässige geworden, da durch die kürzliche Veröffentlichung des Bandes 1879 (XXXV) der Band 1880 nun angeschlossen ist. Die Physikalische Gesellschaft wird das Werk in der bisherigen Weise weiterführen. Von 1882 an übernimmt Herr Dr. Rosochatius, der auch die „Verhandlungen" redigirt, die Redaction der beiden ersten Abtheilungen; Herr Director Dr. Schwalbe führt die Redaction des dritten Abschnitts zunächst weiter fort.

Da die immer mehr anwachsende Literatur, die zunehmende Zerstreuung derselben in verschiedenartigen Zeitschriften und die Schwerzugänglichkeit der ausländischen Journale den Abschluss eines Jahrgangs in der Literatur etwas hinausschieben, auch die Bearbeitung derselben und der Druck einige Zeit in Anspruch nehmen, können die Bände nicht unmittelbar nach Ablauf des Jahres erscheinen. Dazu kamen leider öftere Erkrankungen des bisherigen Redacteurs, welche die Herausgabe der letzten Bände über das früher stets eingehaltene Maass verzögert haben. Inzwischen sind die Vorarbeiten bis 1886 incl. abgeschlossen und liegt die Literatur dieser sechs Jahrgänge übersichtlich bereit, so dass wir erwarten dürfen, dieselben kurz hinter einander liefern zu können.

Unter diesen Umständen hofft die Physikalische Gesellschaft dass den „Fortschritten der Physik", welche eine in ihrer Weise einzig dastehende Uebersicht der Literatur einer wichtigen und umfassenden Wissenschaft, durch fast 40 Jahre nach einheitlichem Plane fortgesetzt, darstellen, die Theilnahme, die ihnen seitens der wissenschaftlichen Welt wurde, auch ferner erhalten bleibt.

Berlin, im Februar 1887.

Die Physikalische Gesellschaft zu Berlin.

E. du Bois-Reymond. H. v. Helmholtz. G. Kirchhoff. W. v. Bezold.
G. Hansemann. O. Lummer.
B. Schwalbe.



Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin.

No. 1. **1882.**

Sitzung vom 20. Januar.

Vorsitzender: Herr Du Bois-Reymond.

Professor **Arthur Christiani** machte folgende Mittheilungen:

1) Ueber Aperiodicitätsstörung durch dämpfende und antastasirende Eisenmassen*).

Als im Anfang Mai 1879 Herr E. du Bois-Reymond eine Spiegelbussole aufstellte und die Herbeiführung des von ihm entdeckten aperiodischen Zustandes**) für den strommessenden Magnet in gewohnter Weise mit Hülfe des Hauy'schen Stabes herbeiführen wollte, stiess der Genannte auf eine bis dahin ihm noch nicht vorgekommene höchst merkwürdige Störung in der Bewegung des zur Gleichgewichtslage zurückkehrenden Magnetspiegels. Anstatt nämlich den Nullpunkt bei stetig sich ändernder Geschwindigkeit in einer bestimmten Beruhigungszeit zu erreichen***), machte der Magnet in einem gewissen Abstande vom Nullpunkte Halt, d. h. seine Geschwindigkeit wurde plötz-

*) Das Nachstehende ist im Wesentlichen identisch mit dem Inhalte des am 27. Juni 1879 in der physikalischen Gesellschaft gehaltenen Vortrages. s. Fortschritte d. Physik im Jahre 1875. Berlin 1880. pag. XXIII.

**) E. du Bois-Reymond: „über aperiodische Bewegung gedämpfter Magnete“ in Monatsber. d. K. Akademie d. W. zu Berlin 1869.

***) Nach du Bois-Reymond wird die Scala (1 meter) von der Mitte aus getheilt, es fällt somit der Nullpunkt in den Meridian.

lich sehr klein und wechselte auch wohl das Zeichen zweimal hintereinander, wodurch ein kleiner Haken in der Curve der Ablenkungen des Magnetes entstand. Dieser Haken war jedoch keineswegs regelmässig vorhanden; eine Discontinuität in der Geschwindigkeitscurve zeigte sich aber stets und sie bestand eben darin, dass bei einer gewissen Entfernung vom Nullpunkte die nach dem Meridian hin gerichtete Geschwindigkeit plötzlich auf Null sank und dann dauernd ausserordentlich kleine von Null verschiedene Werthe beibehielt. Ein beständiges langsames Weiterkriechen des Magnetes als Nachwirkung einer voraufgegangenen Ablenkung auch durch die schwächsten Ströme giebt aber eine Störung ab, welche die Bussole zu Messungen und Beobachtungen untauglich macht. Herr E. du Bois-Reymond, welcher mit anderen wichtigen Untersuchungen beschäftigt war, ersuchte mich daher, der Ursache dieser fatalen Störung nachzuspüren. Sehr lange blieben meine Entdeckungsversuche völlig vergeblich: die Erscheinung schien in ein wahrhaft gespenstisches Dunkel gehüllt. Nur an der einen Bussole zeigte sie sich, aber hier auch stets: so oft der Faden auch erneut, überhaupt die ganze Aufstellung auf das sorgfältigste ab ovo wiederholt und so oft auch der Standort gewechselt wurde. Nur als ich an Stelle des Vollspiegels*) einen ringförmigen Magnet mit Glasspiegel in die Bussole hängte, blieb die Störung aus. Es schien also der Vollspiegel an Allem Schuld zu sein. War er vielleicht nicht gesättigt? Keineswegs war dies der Grund, denn in einer anderen Bussole bewegte sich derselbe Magnetspiegel so tadellos und vorschriftsmässig, wie ein eben aperiodisch gemachter Magnet sich nur bewegen kann. Schon wollte ich die Sache als hoffnungslos aufgeben, als ich eines Tages bei nochmaliger Wiederholung der gesammten Aufstellung bemerkte, dass der eben erst mit Hülfe des Hauy'schen Stabes auf Null eingestellte, allerdings freihängende, also Luftzügen ausgesetzte Magnet eine Deviation von über zweihundert Scalentheilen erfuhr, sobald ich den Dämpfer der Bussole mit den zugehörigen Messingkapseln schloss. So war das Räthsel gelöst: die eine der beiden Messingkapseln

*) d. h. des vollen scheibenförmigen Magnetspiegels.

erwies sich als stark magnetisch. Drehungen der Kapsel im Dämpfer liessen die störenden Ablenkungen bald grösser bald kleiner erscheinen. Dabei war die Empfindlichkeit der Bussole mit der fatalen Messingkapsel stets grösser, als wenn der Dämpfer mit Glimmerblättchen oder mittelst der von mir eingeführten massiven Kupfercylinder*) geschlossen wurde und zwar fand diese Erhöhung der Empfindlichkeit für alle Stellungen der Messingkapsel statt. Ein in der Kapsel festliegendes und permanentes magnetisches Moment konnte also nicht Ursache der Störungen sein, wohl aber musste an Verunreinigungen des Messings durch weiches Eisen oder ein anderes magnetisches Metall gedacht werden. Versuche durch Aufstellung von kleineren oder grösseren Eisenplatten in der Nähe des Magnetes die Erscheinungen so zu gestalten, wie sie die Messingkapsel hervorrief, schlugen durchaus fehl. Es zeigten sich natürlich zwar Ablenkungen aus dem Meridian grösseren oder kleineren Betrages je nach der Grösse, Stellung und Entfernung der Eisenmassen; auch die Empfindlichkeit war erhöht, freilich in weit geringerem Maasse; aber die Bewegung des Magnetes war tadellos aperiodisch und zwar gerade so, als ob die Eisenmassen nicht vorhanden gewesen wären. Jenes entsetzliche endlose langsame Hinkriechen des Magnetes zum Nullpunkt fehlte durchaus. Erst als sehr kleine Mengen (0,5 mg und weniger) eines äusserst feingepulverten Eisens (ferrum hydrogenio reductum) in grosser Nähe vom Magnetspiegel angebracht wurden, gelang es die Störung der Messingkapsel mit vollkommener Treue nachzuahmen. Das Eisenpulver wurde hierbei mit Klebwachs verrieben und auf ein Papierscheibchen vom Durchmesser der Messingkapsel gestrichen und sorglich mit einer schützenden Hülle umgeben, damit nicht etwa Eisentheilchen nichtgewollte Verunreinigungen des Dämpfers herbeiführen könnten. Diese so präparirte Eisenschicht wurde vertical neben dem strommessenden Magnete aufgestellt, indem ich das Papier auf das dem Magnete zugewandte Ende des einen der den Dämpferverschluss bildenden Kupfercylinder aufklebte. Wurde dann der Magnet abgelenkt, so zeigten sich beim

*) Pogg. Ann. Ergzbd. VIII, p. 567.

Oeffnen des ablenkenden Stromes jene oben beschriebenen Aenderungen in der Geschwindigkeit, jenes nach mehr oder minder kurzem Halt eintretende, äusserst langsame Vorwärtskriechen in der Nähe des Nullpunktes, in einem Abstande von, je nach Umständen, 10—30 Scalentheilen. Die Empfindlichkeit der Bussole war, wie bei Anwendung der Messingkapsel, gesteigert. So fand ich beispielsweise folgende Ablenkungen für je einen schwächeren und einen stärkeren Strom:

	Ohne Eisen	Mit Eisen
I.	1,5	6,5
	100,0	300,0
II.	18,5	27,5
	100,0	142,0
III.	20,0	33,0
	100,0	178,0

Für eine vertikal gestellte, kreisförmige, frisch geglühte Eisenscheibe von 20,0 mm Durchmesser und 0,5 mm Dicke fand sich im Abstande von 45,0 mm vom Magnete die Ablenkung von 100,0 sc auf 105,0 sc erhöht. Die aperiodische Bewegung war dagegen vollkommen rein; jenes Kriechen durchaus nicht bemerkbar; die Beruhigungszeit erschien nicht merklich verändert. Dabei musste der Haüy'sche Stab ergiebig gehandhabt werden*), wollte man den Nullpunkt wieder in das Gesichtsfeld des Ablesefernrohres bringen; denn die Ablenkung durch die Eisenplatte betrug volle 290,0 sc. Eine andere vertical gestellte Eisenplatte von 55,0 mm Durchmesser und 0,3 mm Dicke erzeugte im Abstande von 50,0 mm vom Magnete eine Abweichung vom Nullpunkte um 305,0 sc; auch hier war die Empfindlichkeit der Bussole um ein Geringes erhöht, die Beruhigungszeit nicht merklich geändert und die Aperiodicität vollkommen rein. Aus diesen und ähnlichen Versuchen, bei denen die Eisenplatten horizontal liegend und in demselben Abstande vom Magnete unterhalb derselben angebracht wurden, ergiebt sich, dass grössere Eisenmassen in einer Entfernung, für welche sie noch er-

*) vom Platze aus; s. E. du Bois-Reymond Monber. d. Berl. Akad. vom 14. Dec. 1874 pag. 772 ff.

trägliche, weil ablesbare, Ablenkungen erzeugen, das „Phänomen gestörter Aperiodicität“ nicht mehr hervorbringen, wohl aber vermögen dies in grösserer Nähe (bis etwa 10,0 mm) vom Magnet befindliche minimale, auf einer grösseren Fläche vertheilte Eisenmengen. Es ergiebt sich ferner aus den Versuchen, dass die Empfindlichkeit der Bussole durch minimale Spuren von Eisen im Dämpfer oder in seiner nächsten Umgebung in höchst störender Weise verändert wird und zwar so, dass für schwache Ströme eine andere Empfindlichkeit vorhanden ist als für stärkere Ströme (s. das obige Zahlenbeispiel). Einige Experimentatoren haben über Schwierigkeiten bei Herstellung des aperiodischen Zustandes, andere über schwankende Empfindlichkeit der Spiegelbussolen zu klagen gehabt. Vielleicht dürften einige der betreffenden Fälle auf Verunreinigungen des Dämpfers oder seines Zubehörs zu beziehen sein. Unter normalen Verhältnissen schwankt die Empfindlichkeit einer aperiodisirten Bussole nur um solche Grössen, wie sie innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegen*).

Besondere in Bezug darauf angestellte Beobachtungen ergaben ferner, dass das nach Entfernung des Hauy'schen Stabes bestimmte logarithmische Decrement weder durch die Messingkapsel noch durch die ihr äquivalente Eisenschicht oder durch die Eisenplatten merklich geändert wurde. Bei dem hohen Werthe der elektrodynamischen Dämpfung des Kupferdämpfers war dieses Resultat allerdings von vornherein zu erwarten. Die Eisenmassen konnten, wenn sie überhaupt dämpfend wirkten, jenes logarithmische Decrement wohl kaum mehr beeinflussen, als die Kupfermassen, welche ich der Peripherie der Dämpfer älterer Construction entzog, von denen ich aber gezeigt habe, dass ihr Einfluss auf die Höhe des logarithmischen Decrementes verschwindet**). Ganz anders ist von vornherein die Frage zu beantworten, ob eine von Seiten der Eisenmasse eventuell stattfindende Dämpfung

---

*) s. Christiani „über Dämpfung und Astasirung an Spiegelbussolen“ in du Bois-Reymond's Archiv 1879.

**) Christiani l. c.

auch einflusslos bleibt auf die Aperiodisirung der Bussole. Der Zustand, in welchem eben Aperiodicität erreicht wird, ist der, bei welchem die Richtkraft:

$$n^2 = \frac{m(H-S)}{M}$$

genau gleich ist der Dämpfungsgrösse

$$\Delta = \varepsilon^2 = \frac{b^4}{4M^2}$$

in der Differentialgleichung der Bewegung des strommessenden Magnetes:

$$M\frac{d^2\alpha}{dt^2} + b^2\frac{d\alpha}{dt} + m(H-S)\sin\alpha - kJ = 0,$$

worin α die Ablenkung aus dem Meridiane zur Zeit t, M das Trägheitsmoment, m das magnetische Moment des Magnetspiegels, H die horizontale Componente der Erdkraft, S die des Hauy'schen Stabes und k das Drehungsmoment der stromführenden Multiplicatorrolle für die Intensität des Stromes $J = 1$ bedeuten. Dieser Zustand $\varepsilon = n$ lässt sich durch das du Bois-Reymond'sche Compensationsverfahren experimentell ausserordentlich scharf herbeiführen*), und ist er einmal erreicht, so müssen sich jäh einbrechende Variationen der Dämpfung oder der Richtkraft ausserordentlich bemerkbar machen, und um so bemerkbarer dann werden, wenn beiderlei Zustandsänderungen gleichzeitig und einander nicht compensirend auftreten. Die Variationen der Declination verschwinden bei mustergültigen Bussolen für Beobachtungszeiten von der Grössenordnung der Beruhigungszeit: es verschwinden auch für allein zulässige aber auch hinreichende Werthe der Astasie die Aenderungen der erdmagnetischen Kraft gegen die restirende auf die Magnetnadel wirkende Richtkraft**) und spontane Aenderungen der Dämpfungsgrösse kommen wohl überhaupt nicht vor. Treten aber in solchen dem Magnete dicht benachbarten Eisenmassen dämpfende und richtende und zwar „antastasirende“ d. h. die restirende Richtkraft vermehrende Kräfte bei der Bewegung des Magnetes auf, und wir haben gute

*) s. hierzu E. du Bois-Reymond l. c. und auch Christiani in Poggend. Ann. Ergbd. VIII, pag. 561 ff.

**) Christiani in du Bois-Reymond's Archiv l. c.

Gründe solche anzunehmen, so werden Störungen der Aperiodicität die Folge sein und dieses zeigen eben unsere oben angeführten Beobachtungen. Wir werden daher schliesslich sagen: wurde reine Aperiodicität unter Anwendung des du Bois-Reymond'schen Compensationsverfahrens erzielt, so spricht dieses den Dämpfer von Eisengehalt frei; die Herstellung exacter Aperiodicität ist füglich das beste Reagens nicht nur für die Reinheit und Güte des Dämpfers, sondern für die Brauchbarkeit der Bussole selbst als Messapparat; denn ohne Herbeiführung des Zustandes $\varepsilon = n$ werden minimale Eisenmassen im Dämpfer der Beobachtung sich leicht entziehen: ihre Anwesenheit genügt aber feine Messungen fehlerhaft ausfallen zu lassen, da ja bereits die kleinsten Ablenkungen nicht mehr als proportional der Stromstärke zu betrachten sind*).

2) Theorie der Wirkung dünner Eisenschichten auf einen strommessenden Magnet.

Um ein mehr ins Einzelne gehendes Verständniss der in der ersten Mittheilung gegebenen Vorgänge zu ermöglichen, dürfte die folgende theoretische Ueberlegung so lange am Platze sein, als nicht anderweitige noch anzustellende Beobachtungen**) gegen die grundlegende Annahme sprechen. Die oben bereits eingeführten Zeichen behalten wir bei. Es seien ferner m' und α' das magnetische Moment und die Ablenkung zur Zeit t einer fingirten Magnetnadel. Dabei soll $-m'$ für alle Werthe der Zeit äquivalent bleiben der gesammten magnetischen Induction des strommessenden Magnetes auf die ihm benachbarte Eisenmasse. Nennen wir nun noch $\alpha - \alpha' = (mm')$ den Richtungsunterschied zur Zeit t zwischen m und $-m'$, dann wird die Ablenkung f durch den constanten Strom J gegeben durch:

$$f = \frac{kJ}{(m - m'\cos(mm'))(H - S)}.$$

*) Die Bussolen aus der Fabrik von O. Plath (jetzt in Potsdam) haben sich in Bezug auf Eisenfreiheit bisher glänzend bewährt.

**) s. unten.

Im Allgemeinen wird $\alpha - \alpha' = (mm')$ von Null verschieden und $\cos(mm') < +1$ sein; es wird (mm') nur für den Fall verschwinden, dass auch die Coërcitivkraft des Eisens als verschwindend klein angesehen werden darf, und dieses wollen wir als zulässig dann gelten lassen, wenn das Eisen sehr weich ist und die Ablenkungen α so klein sind, dass das Moment der fingirten Magnetnadel noch ganz in die vertical stehende und dem Meridian parallel gedachte Eisenplatte fallen würde. Für verschwindend kleine Coërcitivkraft und für kleine Ablenkungen würde also gelten:

$$f = \frac{kJ}{(m-m')(H-S)};$$

Für grössere Ablenkungen aber, oder wenn die festliegende Eisenschicht auch den kleinsten Ablenkungen gegenüber als unendlich dünn zu betrachten ist, werde der Widerstand gegen die Mitbewegung des Momentes m' mit m unendlich gross, weil dann das Moment m' der fingirten Nadel nicht mehr ganz oder gar nicht mehr in die Eisenmasse fallen würde. Unter diesen Annahmen können wir die beobachtete Störung der Aperiodicität vollständig erklären. Für grosse Ablenkungen F, wie sie durch einen Strom von der Intensität $\mathfrak{a}J$ erzeugt werden, haben wir dann:

$$F = \frac{kJ}{(m-m'\cos\alpha)(H-S)}\,\mathfrak{a},$$

also wird, wenn m' als constant nach α betrachtet werden darf, was für relativ kleine Werthe von F nahezu gelten wird:

$$\frac{F}{f} = \frac{\frac{m}{m'} - 1}{\frac{m}{m'} - \cos\alpha}\,\mathfrak{a},$$

oder da $m > m' > 0$ und $\alpha > 0$

$$\frac{F}{f} = \frac{1}{1+a^2}\,\mathfrak{a}.$$

Für $m' = 0$, d. h. wenn gar kein Eisen vorhanden ist, haben wir:

$$\frac{F_0}{f_0} = \mathfrak{a},$$

also:

$$\frac{F}{f} = \frac{1}{1+a^2}\,\frac{F_0}{f_0}.$$

Ueberhaupt ist, wie man sieht, $f > f_0$ und $F > F_0$, d. h. die Empfindlichkeit der Bussole ist gesteigert, wenn Eisenmassen in der Nähe sind, aber die Empfindlichkeit für schwache Ströme ist grösser, als für starke Ströme; denn f fällt im Verhältniss zu F zu gross aus. Für grosse Werthe von F wird aber $\frac{dm'}{d\alpha}$ nicht mehr verschwinden, sondern es wird m' mit α wachsen und zwar schneller wachsen, als $\cos\alpha$ abnehmen, daher wird für grosse Werthe von F gerade das Umgekehrte stattfinden: es wird f zu klein werden im Verhältniss zu F. In der That ergeben unsere obigen beliebig herausgegriffenen Zahlenbelege:

$$433 > 300; \quad 149 > 142; \quad \text{aber } 165 < 178;$$

Was die Bewegungsform des Magnetes bei gestörter Aperiodicität betrifft, so folgt aus der Bedingung für die Aperiodicität $\varepsilon = n$, dass, wenn die Constante m durch hinzutretende Eisenmassen in die Variable $\mu = m - m' \cos(mm')$ übergeht, $\frac{d\Delta}{d\mu} = \text{const.}$ sein müsste, wenn die Aperiodicität nicht gestört werden sollte, sonst würde entweder überaperiodische Bewegung mit vergrösserter Beruhigungszeit oder es würden Schwingungen erscheinen, je nachdem ob $\varepsilon \gtrless n$ wird. So lange also die Dämpfung Δ constant bleibt und dieses wird für dünne Schichten sehr weichen Eisens bei kleinen Ablenkungen der Fall sein, wird, weil $m' > 0$ ist, $\varepsilon = n$ sein: es wird überaperiodische Bewegung, langsames Kriechen des Magnetes in der Nähe des Nullpunktes beobachtet werden. Für grössere Abstände vom Nullpunkte wird bei sehr dünner Eisenschicht trotz des starken und schnellen Wachsens von m' der Dämpfungszuwachs bedeutend genug werden, um Aperiodicität nicht in Schwingungen übergehen zu lassen.

Ist das Eisen nicht ganz weich, so werden voraufgegangene Ströme permanente Momente in ihm zurücklassen, welche antastasirend wirken, wodurch die Sache noch verwickelter wird und wobei dann solche hakenförmige Schwingungen, wie oben berichtet wurde, vereinzelt auftreten können. Dass in einem Falle einem Ringe gegenüber die eisenhaltige Kapsel sich wirkungslos erwies, muss durch die günstige Lage der Eisenmasse dem Ringe gegenüber erklärt werden.

Die grundlegende Annahme der vorstehenden Theorie fordert die Gültigkeit folgender zwei durch Versuche zu prüfenden Sätze:

1) Die Coërcitivkraft und mit ihr die Dämpfung einer unendlich dünnen Eisenplatte ist, wenn die Schwingungen des inducirenden Magnetes senkrecht zur Platte erfolgen, unendlich gross gegen die dämpfende Kraft, welche vorhanden ist, wenn die Schwingungen parallel der Platte stattfinden.
2) Die Dämpfung eines Magnetes, der senkrecht zu einer unendlich dünnen Eisenplatte schwingt, ist nur für unendlich kleine Schwingungen von der Amplitude unabhängig; sind die Schwingungen nicht unendlich klein, so wächst die Dämpfung mit der Amplitude.

3) Ueber Poroskopie.

(Unter Vorführung der erwähnten Experimente.)

An einer Thermosäule, wie sie für Messung strahlender Wärme dient, beobachtete ich eine eigenthümliche Erscheinung: beim Aufsetzen der einen Verschlusskapsel wich die andere, bereits aufgesetzte, zurück und die eine Kapsel folgte der anderen beim Hin- und Herschieben getreu nach, obgleich die Säule offenbar luftdicht eingekittet und von Porenkanälen in der Säule selbst nichts zu sehen war. Diese Erscheinung veranlasste die Construction der vor Ihnen befindlichen kleinen Apparate, die ich Poroskope nenne. Ein mit zwei Verschlusskapseln versehener Messingcylinder trägt festgelöthet um die Mitte seines Mantels eine ringförmige Scheidewand, welche bestimmt ist, die Bahnen der beiden Kapseln von einander zu trennen, damit nicht etwa die auf der Oberfläche des Cylinders beim Bewegen der einen der beiden Kapseln fortgeschobene Luft die andere Kapsel in Bewegung setzen könne. In dem Cylinder befindet sich ein luftdicht eingekitteter ($^1/_2$ Wachs, $^1/_2$ Kolophonium) Cylinder von Rothbuchenholz. Beim Aufsetzen der beiden Kapseln und der Bewegung der einen sehen Sie wie treu die andere Kapsel sich mitbewegt, so treu, dass es den Anschein hat, als bewege sich der Messingcylinder durch die ringförmige Scheidewand. Das

Phänomen hervorzurufen gelingt der spielenden Hand eines Kindes und ist so überraschend und lehrreich, dass es neben dem klassischen Quecksilberregen als Vorlesungsversuch vorgeführt zu werden verdient. Eine dritte besonders beigefügte Kapsel ist von einem ganz kleinen Loche durchbohrt, welches durch einen kleinen Stöpsel verschlossen werden kann. Mit dem Stöpselverschluss fungirt die Kapsel wie die anderen beiden; nach Entfernung des Stöpsels ist von dem Phänomen nicht die Spur mehr vorhanden. Ein von einem Mauersteine dichtester Art (Klinker) gefertigter Cylinder zeigt in dem Poroskope dieselbe Erscheinung, nur macht sich ein deutlicher Phasenunterschied in der Mitbewegung bemerklich. Altes trockenes Eichenholz, Elfenbein, Kork und, was besonders interessant, eine Scheibe aus einem neuen Thoncylinder eines galvanischen Elementes zeigen sich für atmosphärische Luft, wie Sie sehen, ganz undurchgängig gegenüber dem Rothbuchenholz und dem Klinker. Ein zweiter Apparat gestattet vergleichende Messungen auf diesem Gebiete anzustellen. Ein oder zwei Quecksilbermanometer werden durch Kautschuckröhren mit den offenen Enden eines Poroskopes aus Rothbuchenholz verbunden. Das Poroskop selbst wird mit den Manometern auf einem dazu besonders gefertigten Stative befestigt*) und nunmehr sehen Sie wie die leichten Bewegungen dieser ungenügend schliessenden kleinen Ohrenspritze, ja sogar der leiseste Druck auf den einen Kautschuckschlauch oder der leiseste Hauch oder Zug mit dem Munde, sich sofort von einem Manometer durch das Poroskop auf das andere übertragen. Die andern Substanzen zeigen genau das entsprechende Verhalten, wie im Kapselporoskop: undurchgängig ist das Eichenholz, ist das Elfenbein, ist die Thonscheibe. Um die letzte Spur eines Verdachtes, dass die Erscheinung von Undichtigkeiten der Fassung im Poroskope herrühren könnten, zu beseitigen, füge ich diesen massiven Buchsbaumcylinder nackt, wie er ist, in die Kautschuckschläuche der beiden Manometer und, so dicht auch das Holz gefügt scheint gegenüber dem porösen aber für Luft unter kleinem Druck undurchgängigen Eichenholze, so leicht weht die Luft aus dem einen Mano-

*) Abbildung folgt in E. du Bois-Reymond's Archiv.

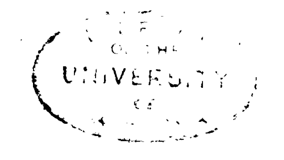
meter durch den Buchsbaum in das andere über. Man wird die Kuppen der Manometer neben einander stellen, ihre Bewegungen photographisch auffangen und so die zeitlichen und quantitativen Verhältnisse des Durchganges der verschiedenen Gase durch die verschiedenen Mittel studiren können. Auf die Bedeutung der Erkenntniss, dass so kleine Druckunterschiede unter Umständen so kräftige Ventilation gestatten können, für die Pflanzen- und Thierwelt mache ich noch besonders aufmerksam. Aehnliche Beobachtungen wie die hier Ihnen vorgeführten sind wohl zerstreut von Diesem oder Jenem gemacht, Niemand aber hat meines Wissens bis jetzt eine Vorstellung von der Kleinheit der hier eben noch wirksamen Kräfte gehabt. Noch für Ueberdruck $< 0{,}5$ mm Hg zeigt sich sofort deutlicher Ausschlag an der Kuppe des jenseits eines Buchsbaumcylinders gelegenen Wassermanometers. So erscheinen uns Allen diese Vorgänge, so leicht sie sich gestalten, so wunderbar und neu.

Herr **Wangerin** hielt einen Vortrag über die Theorie der Newton'schen Ringe.

Eine von Herrn Sohncke und mir veröffentlichte Arbeit über Newton'sche Ringe (Wied. Ann. XII, 1 u. 201) ist von Herrn Feussner einer Kritik unterzogen (Marburg. Ber. 1881, Wied. Ann. XIV, 545), die sich namentlich gegen die von uns aufgestellte Theorie richtet. Diese Theorie soll nach F. auf ganz willkürlichen und falschen Annahmen beruhen.

Gegen diese Angriffe haben Herr Sohncke und ich die folgenden Bemerkungen zu machen, die sich zugleich auf die von Herrn Feussner aufgestellte und der unsern entgegengestellte Theorie beziehen (cf. Marburg. Ber. 1880 und Wiedemann Bd. XIV).

1) Herrn Feussner gegenüber halten wir daran fest, dass es unnöthig ist, den Durchgang der Strahlen durch eine Linse zu verfolgen. Da durch die Linse, sofern sie ein scharfes Bild des betrachteten Punktes giebt, keine neuen Gangunterschiede eingeführt werden, so hat dieselbe mit der Erscheinung als sol-



cher nichts zu thun; sie bringt nur eine unnöthige Complication in die Rechnung.

2) Die Art und Weise, wie Herr Feussner den Ort bestimmt, auf den das Beobachtungsinstrument einzustellen ist, damit die Interferenzerscheinung möglichst deutlich erscheine, ist nicht streng begründet. In seiner letzten Veröffentlichung (Wied. XIV, 555) erkennt er das selbst an, indem er sagt: „wir müssen uns mit einem allerdings nicht ganz so strengen Verfahren begnügen.“ Dass der Ort der grössten Deutlichkeit durch das Minimum des Ausdrucks $\sqrt{H_2^2 + J_2^2}$ bestimmt wird, wie Herr F. es thut, ist ebenso gut eine Hypothese, wie die unserer Theorie zu Grunde liegende Annahme.

3) Die Anwendung, die Herr F. von seiner Theorie auf die Erscheinung der Newton'schen Ringe macht, gilt nur für den ideellen Fall, wo die Dicke der planparallelen Platte, welche auf der Linse aufliegt, gleich Null ist. Nun spielt aber die Dicke dieser Platte für die Lage der Interferenzorte eine wesentliche Rolle. Aus jenem ideellen Falle kann man daher auf die wirkliche Erscheinung keinen strengen Schluss machen. Aus diesem Grunde sind die von F. in Betreff der Newton'schen Ringe aufgestellten Formeln unserer Ansicht nach zu verwerfen.

Uebrigens erkennt Herr F. an, dass unsere Theorie in der centralen Einfallsebene zu richtigen Resultaten führt, und dass auch ausserhalb der genannten Ebene die Theorie zur Darstellung der Beobachtungen genügt. Dagegen hält er die für die Lage der Interferenzorte in der centralen Querebene abgeleiteten Resultate für falsch; er setzt jedoch nur auseinander, weshalb seiner Ansicht nach die Versuchsresultate nicht mit der Theorie verglichen werden können. Einen wirklichen Beweis für die Unrichtigkeit unserer Endformel bringt er nicht bei.

4) Der einzige Fall, für den Herr F. die Rechnung wirklich durchgeführt hat, ist der, wo die Interferenzerscheinung durch ein von zwei Ebenen begrenztes keilförmiges Glasblättchen erzeugt wird. Für diesen Fall hatten wir in der früheren Arbeit anhangsweise die Theorie gegeben und waren zu Resultaten gelangt, die von denen F.'s abweichen. Das konnte uns nicht veranlassen, unsere Theorie, die sich bei den Newton'schen Ringen

bewährt hatte, zu verwerfen, zumal F. nur im Allgemeinen angegeben hatte, seine Resultate stimmten mit den Beobachtungen überein, ohne jedoch dies durch irgend eine Zahl zu belegen. In seiner zweiten Arbeit hat nun F. vier Zahlen angegeben, welche die von ihm theoretisch gefundene Drehung der Interferenzstreifen bei verändertem Azimuth bestätigen sollen. Wir halten diese Zahlen nicht für beweisend. Ist nämlich bei der Bestimmung der Keilkante, die äusserlich durch nichts markirt ist, resp. bei der Bestimmung des von der Lage der Keilkante abhängigen Azimuths 0, ein Fehler von 1° gemacht, so erklärt das die Feussner'schen Beobachtungen eben so gut, wie seine theoretische Formel.

Neuerdings hat einer von uns, Sohncke, die F.'sche Formel an zwei Beobachtungsreihen geprüft. Er findet in einem wesentlichen Punkte jene Formel nicht bestätigt. Nach F. soll die Drehung der Streifen von der Entfernung des Beobachtungsinstrumentes von dem Blättchen abhängig sein. Von einem solchen Einfluss der Entfernung auf die Lage der Streifen zeigte sich jedoch keine Spur. Die Beobachtungen wurden an einem von Herrn Zeiss in Jena verfertigten Keil angestellt, dessen Dicke in der Mitte 0,252 mm betrug, während der Keilwinkel = 1′ 32″, der Brechungsexponent = 1,516 war. Die an diesem Keil entstehenden Interferenzstreifen wurden mittelst eines Fernrohrs aus drei verschiedenen Entfernungen, die sich nahezu wie 1 : 2 : 3 verhielten, beobachtet. Die Lage der Streifen, die sich mit dem Azimuthe änderte, wurde dadurch bestimmt, dass ein Faden des drehbaren Fadenkreuzes jedesmal den Streifen parallel gestellt und die Drehung des Fadenkreuzes an einem getheilten Kreise abgelesen wurde. Das Azimuth wurde durch die Drehung des Keils um die Normale seiner Vorderfläche geändert und ebenfalls an einem getheilten Kreise gemessen. Wir theilen in den folgenden Tabellen die wichtigsten Beobachtungen mit und stellen stets neben die beobachteten Zahlen die nach Feussner's Formel berechneten. Die Zahlen geben den Winkel an, den die Streifen bei einem beliebigen Azimuth mit ihrer Lage beim Azimuth 0 bilden. Die letzte Vertikalreihe enthält die Lage der Streifen, die nach unserer Theorie stattfinden müsste, und die unabhängig von der Entfernung ist.

1. Einfallswinkel 64,5°.

Winkel der Streifen bei der Entfernung E:

Azimuth	$E = 1385$ mm beob.	$E = 1385$ mm berech. nach F.	$E = 2875$ mm beob.	$E = 2875$ mm berech. nach F.	$E = 4220$ mm beob.	$E = 4220$ mm berech. nach F.	berech. nach S. u. W.
30°	13,55°	14,7°	13,75°	14,3 °	13,8°	14,2 °	13,95°
60	36,2	39,4	36,1	37,95	37	37,55	36,7
120	141,9	145,7	141,9	144,5	142,8	144,1	143,3

2. Einfallswinkel 42° 31′.

Winkel der Streifen bei der Entfernung E:

Azimuth	$E = 1367$ mm beob.	$E = 1367$ mm berech. nach F.	$E = 2755$ mm beob.	$E = 2755$ mm berech. nach F.	$E = 4215$ mm beob.	$E = 4215$ mm berech. nach F.	berech. nach S. u. W.
30°	22,75°	25,2°	23,15°	24,1°	22,9 °	23,7 °	23,05°
60	51,1	56,8	51,8	54,3	51,8	53,45	51,9
120	126,4	132,4	127,45	130,3	127,35	129,5	128,1
150	157,45	158,8	157,4	157,9	157,6	157,6	156,95

Die beobachteten Zahlen sind die Mittel aus 6, zum Theil aus noch mehr Einzelbeobachtungen. Die grösste Differenz zwischen den Einzelbeobachtungen war bei der kleinsten Entfernung meist viel geringer, als der Unterschied zwischen dem Mittel und der nach F.'s Formel berechneten Zahl (z. B. in Tabelle 1 betrug beim Azimuth 60° die grösste Differenz der Einzelbeobachtungen 1,1°).

Einen Einfluss der Entfernung, wie ihn F.'s Formel fordert, lassen diese Zahlen in keiner Weise erkennen. Eine wesentliche Folgerung aus F.'s Theorie findet sich damit nicht bestätigt, während die von F. selbst angegebenen Zahlen, die sich nur auf eine Entfernung beziehen, sich, wie oben bemerkt, auch anders erklären lassen. Hiernach ist F.'s Theorie nicht der Art durch die Erfahrung bestätigt, dass aus der Abweichung unserer Formeln von den seinigen ein Grund für die Unhaltbarkeit unserer Theorie hergeleitet werden kann, wie es F. thut, wenn er sagt: „die Unrichtigkeit des Wangerin'schen Princips lässt sich leicht mit Hülfe meiner Formel nachweisen."

5) Obwohl uns nach den obigen Auseinandersetzungen die Feussner'schen Einwürfe hinfällig erscheinen, und obwohl die Uebereinstimmung der von uns abgeleiteten theoretischen Resultate mit den Beobachtungen, soweit es die Newton'schen Ringe betrifft, auch ein Beweis dafür ist, dass das der Theorie

zu Grunde gelegte Princip eine genügende Annäherung an die Wirklichkeit giebt, haben wir uns doch bemüht, die Theorie so umzugestalten, dass sie auch von der früheren hypothetischen Annahme frei wird. Diese Modification soll jetzt noch kurz dargelegt werden. Es sei P ein Punkt des Raumes, in dem die von einem dünnen Blättchen herrührende Interferenz untersucht werden soll. Ein Beobachtungsinstrument sei so aufgestellt, dass ein scharfes Bild des Punktes P in der Mitte des Gesichtsfeldes erscheint. Die Linien, welche den Punkt P mit allen Punkten der Oeffnung des Instruments verbinden, bilden einen Rotationskegel, dessen Axe zugleich die des Instruments ist. Man denke sich um P mit der Einheit als Radius eine Kugel beschrieben, aus welcher der genannte Kegel eine Kalotte ausschneide, deren Mittelpunkt O sei. Ein beliebiger Punkt Q der Kalotte, und damit ein beliebiger der in das Instrument gelangenden Strahlen, werde durch sphärische Coordinaten φ, ψ bestimmt, deren Pol O sei. Dann ist es leicht, die Richtungscosinus α, β, γ von PQ auszudrücken durch φ, ψ und die Richtungscosinus der Axe PO. Nun gehen von P zwei Schaaren von Strahlen aus; alle Strahlen der einen Schaar sind an der Oberfläche des Blättchens reflectirt, alle der andern Schaar kommen aus dem Innern. Es interferiren je zwei Strahlen, die von demselben Punkte der Lichtquelle ausgegangen sind. Zwei solche geben in P eine Intensität, deren Ausdruck von der Form ist:

$$(1) \qquad M^2 + N^2 - 2MN\cos\left(\frac{\delta}{\lambda}2\pi\right),$$

falls δ die Wegdifferenz der Strahlen in P ist. Einer der betrachteten Strahlen gehe durch Q. Um Q denke man sich ein Element der Kugelfläche. Alle durch das letztere gehenden Strahlen geben (ein jeder mit dem zugehörigen interferirenden zusammen) dieselbe Intensität. Die gesammte von dem Flächenelement herrührende Intensität ist dann proportional 1) dem obigen Ausdruck (1), 2) der Grösse des Elements; diese ist also:

$$(2) \qquad m\left\{M^2 + N^2 - 2MN\cos\left(\frac{\delta}{\lambda}2\pi\right)\right\}\sin\varphi\, d\varphi\, d\psi,$$

wobei m ein constanter Factor. Integrirt man den Ausdruck (2), wobei die Integrationsgrenzen durch denjenigen Theil der Kugel-

fläche bestimmt sind, durch den überhaupt Strahlen in das Beobachtungsinstrument gelangen, so erhält man die in P stattfindende Gesammtintensität. Wendet man dies auf die Newton'schen Ringe an, und setzt dabei voraus, dass der sphärische Abstand φ eines Punktes Q von O eine kleine Grösse ist, deren Quadrate man vernachlässigen kann, so erhält man zunächst für δ einen Ausdruck von der Form

$$(3) \qquad \delta = A + D + B\varphi \cos\psi + C\varphi \sin\psi,$$

worin A der durch die alte angenäherte Theorie gegebene Ausdruck ist, D die Glieder der nächst höheren Ordnung für die Axenstrahlen (Glieder, die in unserer früheren Arbeit entwickelt sind), während B und C mit A von derselben Ordnung sind. Unter den gemachten Voraussetzungen ändern sich M und N so wenig mit φ, dass dieselben als constant anzusehen sind. Die Grenzen der Integration werden, falls der oben genannte Kegel ganz von den wirksamen Strahlen ausgefüllt wird, durch die Begrenzung der Kalotte bestimmt. Ist φ_1 der sphärische Radius der letzteren, so ergiebt die Ausführung der Integration für die Gesammtintensität den Ausdruck:

$$(4) \qquad m\pi\varphi_1^2 \left\{ M^2 + N^2 - 2MN\cos(A+D) \cdot \frac{2J_1(\varphi_1\sqrt{B^2+C^2})}{\varphi_1\sqrt{B^2+C^2}} \right\}.$$

Hierin ist J_1 die Bessel'sche Function mit der Ordnungszahl 1. Für die Interferenzstellen ist der Ausdruck (4) ein Minimum, und damit die Interferenz möglichst deutlich, muss der Intensitätsunterschied zwischen den Maximis und Minimis möglichst gross sein. Das ist der Fall, wenn (bei gegebenem φ_1) $B^2 + C^2$ ein Minimum ist, und dies wiederum ist gleichbedeutend mit $D = 0$. Die letztere Bedingung ist aber dieselbe, auf die das früher von uns zu Grunde gelegte Princip führte. Wie sich die Sache für eine weitere Näherung gestaltet, resp. für den Fall, dass die wirksamen Strahlen nicht den ganzen Kegel ausfüllen, darüber sind unsere Untersuchungen noch nicht abgeschlossen.

Hr. **Hertz** theilt unter Vorführung des Instrumentes Folgendes mit:

Ueber ein neues Hygrometer.

Bei diesem Hygrometer und den nach gleichem Princip construirten wird die Feuchtigkeit gemessen durch das Gewicht, welches ein hygroskopischer, anorganischer Körper, insbesondere eine Lösung von Chlorcalcium an der Luft annimmt. Eine derartige Lösung wird aus der Luft solange Wasser anziehen, resp. Wasser an die Luft abgeben, bis die Concentration eine solche ist, dass der Druck des über ihr gesättigten Wasserdampfes bei Lufttemperatur gleich dem Druck des in der Luft wirklich vorhandenen (ungesättigten) Wasserdampfes ist. Variirt demnach Temperatur und Feuchtigkeit hinreichend langsam, um den Gleichgewichtszustand zu Stande kommen zu lassen, so folgt aus der Temperatur und dem Gewicht der Lösung die absolute Feuchtigkeit. Da aber der Druck des über einer Salzlösung gesättigten Dampfes für die meisten Salze, wie es scheint, jedenfalls für Chlorcalcium (und Schwefelsäure), bei den in Betracht kommenden Temperaturen angenähert ein und derselbe Bruchtheil des Druckes des über Wasser gesättigten Dampfes ist, so folgt mit einer für viele Zwecke hinreichenden Genauigkeit unmittelbar aus dem Gewicht die relative Feuchtigkeit. Auch falls möglichst grosse Genauigkeit angestrebt wird, kann der Einfluss der Temperatur als Correction in Rechnung gebracht werden, so dass dieselbe nur angenähert bekannt zu sein braucht.

Der ausgesprochene Grundgedanke kann nach doppelter Richtung verwerthet werden, jenachdem man ein Instrument verlangt, welches den Aenderungen der Feuchtigkeit schnell folgt, von dem aber grosse Genauigkeit nicht gefordert wird, wie es für Waagezimmer etc. erwünscht ist; oder ein Instrument, welches genau sei, von dem man dann aber nur die mittlere Feuchtigkeit über einen längeren Zeitraum, über Tage, Wochen oder Monate zu wissen wünscht, wie es für meteorologische Zwecke nothwendig ist. Ein Instrument der ersten Art wurde in der Sitzung gezeigt. Die hygroskopische Substanz war ein Stück Seidenpapier von 1 qcm Oberfläche, welches mit Chlorcalciumlösung getränkt war. Dasselbe war an einem ca. 10 cm langen Hebel-

arm (Glasfaden) befestigt, der seinerseits auf einem sehr dünnen horizontal gespannten Silberdraht sass, dergestalt, dass das Ganze eine sehr empfindliche Torsionswaage bildete. Das Hygrometer war mittelst verschiedener Schwefelsäuremischungen nach Regnault kalibrirt. Im trockenen Raum zeigte der Glasfaden ca. 45° nach oben, in einem Raum von den relativen Feuchtigkeiten 10, 20, ... 90 pCt. senkte er sich um respective 18, 31, 40, 47, 55, 62, 72, 86, 112 Bogengrade nach unten, in gesättigtem Wasserdampf müsste er natürlich senkrecht nach unten stehen. Ueber den Temperatureinfluss war nur festgestellt, dass derselbe sehr klein war, bei gleicher relativer Feuchtigkeit stand der Zeiger bei 0° etwa 1—2 Bogengrade tiefer als bei 25°. In einen Raum von veränderter Feuchtigkeit gebracht, nahm das Instrument seine neue Ruhelage so schnell ein, dass es nach 10 bis 15 Minuten abgelesen werden konnte. Ein Nachtheil des Instruments besteht darin, dass bei grosser Feuchtigkeit (von 85 pCt. aufwärts) sich sichtbare Tropfen auf dem Papier bilden, die bei unvorsichtiger Behandlung leicht abgewischt oder bei sehr grosser Feuchtigkeit auch abgeschüttelt werden können.

Instrumente der zweiten Art würden einfach in mit Chlorcalciumlösung gefüllten Glasgefässen zu bestehen haben, deren Grösse nach dem Zeitraum zu bemessen wäre, über welchen man die mittlere Feuchtigkeit verlangt und deren Gewicht entweder von Zeit zu Zeit bestimmt wird, oder welche an einer selbstregistrirenden Waage aufgehängt sind.

Von Hr. **Müller-Erzbach** (Bremen) war folgende Mittheilung eingesandt:

Die aus der Dichtigkeit der Verbindungen abgeleitete chemische Verwandtschaft des Phosphors zu den Metallen.

Die Verbindungen der Metalle mit Chlor, Brom, Jod und Schwefel zeigen allgemein in Folge ihrer Bildung eine um so stärkere Verdichtung, je stärker ihre chemische Verwandtschaft ist. Nach dem Grundsatz der kleinsten Raumerfüllung*) konnte

*) Ber. d. chem. Ges. XIV, 2212.

ich diese Beziehung zwischen Contraction und Verwandtschaft und damit der Erfahrung entsprechende Abstufungen in der Verwandtschaft weiter nachweisen für die bekannteren Sauerstoffsalze sowie für die Oxyde*) und die Fluorverbindungen der Metalle. Für die Phosphormetalle lassen sich wieder direct die Summen der Volume der Bestandtheile mit dem Volum der Verbindung vergleichen und es sind zur leichteren Uebersicht die Contractionen berechnet, d. h. es ist für jeden einzelnen Fall das Verhältniss bestimmt, in welchem die durch die chemische Vereinigung erfolgende Volumverringerung zum Gesammtvolum der Componenten steht. Nach dem von Kopp für gewöhnlichen Phosphor gefundenen Volumgewicht 1,826 ist 17 als Atomvolum des Phosphors in Anrechnung gebracht, und es würde für den zur vorliegenden Frage wesentlichen Theil des Resultats, nämlich die Reihenfolge der Contractionen, ohne Einfluss sein, wenn man das etwas kleinere Volum einer der anderen Phosphormodificationen für 17 substituirte. Die Phosphormetalle sind nach abnehmenden Contractionen geordnet, nur da, wo zweierlei Verbindungen desselben Metalls vorkommen, folgen diese Verbindungen von der Contraction abgesehen unmittelbar aufeinander.

Verbindung	A Specifisches Gewicht	Beobachter	B Verbindungs-Gewicht	$C=\frac{B}{A}$ Gefundenes Volum	D Summe der Volume der Bestandtheile	$E=\frac{D-C}{D}$ Contraction
PdP_2	8,25	Schrötter	168	20,3	9,2+34 = 43,2	0,53
PtP_2	8,77	Schrötter	259	29,5	9,2+34 = 43,2	0,32
Fe_2P	6,7	Hatchett	143	21,3	14,4+17 = 31,4	0,32
Fe_3P	6,28	Hvoslef	199	31,7	21,6+17 = 38,6	0,18
SnP	6,56	Schrötter	149	22,7	16,3+17 = 33,3	0,32
Ni_3P_2	5,99	Schrötter	236	39,3	20,4+34 = 54,4	0,28
CrP	4,68	Martius	83	17,7	7,6+17 = 24,6	0,28
MoP	6,17	Rautenberg	127	20,5	11,2+17 = 28,2	0,28
Co_3P_2	5,62	Schrötter	239	42,7	21 +34 = 55	0,22
Mn_5P_2	5,95	Merkel u. Wöhler	337	56,2	34,0+34 = 68	0,17
Mn_3P	4,94	Schrötter	196	39,7	20,4+17 = 37,4	−0,05
Cu_3P	6,75	Schrötter	221,5	32,8	21,6+17 = 38,6	0,15
	6,59	Hvoslef		33,6		0,13
Zn_3P_2	4,76	Schrötter	257	54	28,2+34 = 62,2	0,13
	4,21	Renault		61,2		0,02
Ag_2P_3	4,63	Schrötter	309	66,8	20,8+51 = 71,8	0,07
Au_2P_3	6,67	Schrötter	485	72,7	60,8+51 = 71,8	−0,01

Die Tabelle enthält sämmtliche Phosphormetalle, deren specifi-

*) Liebig's Ann. CCX, 196.

sches Gewicht hinlänglich genau festgestellt erschien. Nach der Lebhaftigkeit bei der directen Verbindung mit Phosphor stellt Schrötter*) die von ihm untersuchten Metalle in folgende Reihe:

Pd, Pt, Ni, Co, Fe, Cu, Mn, Zn, Sn, Ag, Au.

Zink und Zinn vereinigen sich nach Schrötter nicht mehr wie die vorhergehenden unter Feuererscheinung mit Phosphor, aber es ist möglich, dass das Ausbleiben des Erglühens der einer schnellen Verbindung hinderlichen leichten Schmelzbarkeit beider Metalle zuzuschreiben ist, da Vigier**) wenigstens für Zink beobachtet hat, dass es sich dampfförmig unter Lichterscheinung mit Phosphordampf verbindet. Silber und Gold konnte Schrötter durch stärkeres Erhitzen aus ihrer Verbindung mit Phosphor vollständig abscheiden, was bei keinem der vorangestellten Metalle möglich war, und deshalb hat man für diese beiden jedenfalls eine geringere Verwandtschaft anzunehmen. Die auf solche Weise bestimmte Verwandtschaftsfolge steht wieder mit der Contractionstheorie in guter Uebereinstimmung. Wegen der Verschiedenartigkeit der zusammengestellten Verbindungen sind dieselben leider nur theilweise vergleichbar, aber innerhalb solcher gleichartigen Gruppen ist regelmässig die Contraction bei grösserer Verwandtschaft ebenfalls eine grössere. Es sind das die Gruppen

PdP_2, PtP_2—Fe_3P, Cu_3P, Mn_3P—N_3P_2, Co_3P_2, Zn_3P_2—Ag_2P_3, Au_2P_3,

so dass als Reihenfolge in der Verwandtschaft dieser Metalle zum Phosphor

Pd, Pt—Fe, Cu, Mn—Ni, Co, Zn—Ag, Au

sich ergiebt. Die Vergleichung von Phosphorsilber und Phosphorgold könnte dabei freilich noch bedenklich erscheinen und eine andere allenfalls aufstellbare Gruppe SnP, CrP und MoP zeigt in dem bis jetzt beobachteten chemischen Verhalten so wenig Unterschied, dass eine Entscheidung über dieselbe nicht zu treffen ist. Spätere Beobachtungen über die bezüglichen Wärmetönungen werden darüber vielleicht weiteren Aufschluss geben; aus den

*) Chem. Jahresb. 1849, 246.

**) Bull. soc. chim. 1861, 5.

gegenwärtig vorliegenden Thatsachen ist es von besonderer Wichtigkeit zu Gunsten der Contractionstheorie hervorzuheben, dass die 4 edlen Metalle Pd, Pt, Ag und Au, welche zu den meisten Metalloiden in ihrer Affinität einander ganz nahestehend sich erweisen, nach den Bestimmungen Schrötter's zur Hälfte an die Spitze und zur Hälfte ganz an das Ende der oben genannten Reihe von Phosphormetallen gesetzt werden müssen, und dass diese abweichende Verwandtschaft zum Phosphor auch in den Contractionen der 4 Metalle deutlich hervortritt.

Eine Abweichung in der Reihenfolge der Contractionen und derjenigen der beobachteten chemischen Verwandtschaft gleich constituirter Phosphormetalle kommt bei den 15 angeführten Beispielen nicht vor. Mit den Phosphormetallen ist nun für 10 der bekanntesten Klassen von festen Verbindungen zwischen Metallen und Nichtmetallen die Abhängigkeit der Contraction von der chemischen Verwandtschaft nachgewiesen, doch scheint es mir besondere Beachtung zu verdienen, dass bei den verschiedenen Klassen von Verbindungen jene Beziehung mit ungleicher Deutlichkeit hervortritt. Die Chlor-, Brom-, Jod-, Fluor- und ein Theil der Sauerstoffmetalle sowie die schwefelsauren, salpetersauren und kohlensauren Salze zeigten für abnehmende Verwandtschaft fast ohne Ausnahme eine unzweifelhafte Abnahme in der Contraction, während für die Oxyde der schweren Metalle, für die Schwefel- und Phosphormetalle eine grössere Zahl von Fällen unentschieden blieb. Ich vermuthe, dass die Ursache davon in der Verschiedenheit der bei den zuletzt genannten Verbindungsgruppen häufigeren sogenannten allotropischen Modifikationen beruht, weil in denselben das specifische Gewicht und die chemische Zersetzbarkeit vielfach bedeutende Abweichungen zu erkennen geben, doch muss die Begründung meiner Vermuthung einer speciellen Untersuchung vorbehalten bleiben.

No. 2. **Sitzung vom 3. Februar** 1882.

Ausgegeben am 16. Februar.

Vorsitzender: Hr. Helmholtz.

Hr. **A. König** machte unter Vorführung des im Nachstehenden beschriebenen Instrumentes folgende Mittheilung:

Ueber das Leukoskop.

Da ich seit einiger Zeit einen von Herrn Geh. Rath Helmholtz vor mehreren Jahren construirten und Leukoskop genannten Apparat zur Untersuchung der Emissionsverhältnisse verschiedener Lichtquellen benutzt habe, so erlaube ich mir im Folgenden mit Zustimmung des Hrn. Helmholtz eine Beschreibung jenes Apparates zu geben. Es ist dieses dadurch sowohl veranlasst wie gerechtfertigt, dass, ausser in einer wenig verbreiteten Promotionsschrift*), niemals die Construction des erwähnten Instrumentes dargelegt worden ist, obschon dasselbe zu einer Vergleichung der Intensitäten der verschiedenen von mehreren Lichtquellen ausgesendeten, hinsichtlich ihrer Wellenlänge verschiedenen Lichtgattungen benutzt werden kann und auch seine Verwendbarkeit bei physiologisch-optischen Untersuchungen, insbesondere bei der genaueren Erforschung des Farbenperceptionsvermögens Farbenblinder, keinem Zweifel unterliegt.

Der Apparat besteht aus einem Fernrohre, zwischen dessen Ocular und Objectiv Kalkspathrhomboeder, Quarzplatten und Nicol'sche Prismen in folgender Reihenfolge eingeschaltet sind. Die von einem unendlich entfernten Object ausgehenden (oder bei einem näher liegenden Objecte durch eine Linse parallel gemachten) Strahlen, werden, nachdem sie das Objectiv passirt haben, von einem Kalkspathrhomboeder in zwei senkrecht zueinander polarisirte Strahlenbündel zerlegt. Durch eine unmittelbar hinter dem Kalkspathrhomboeder befindliche, d. h. dem Ocular näher liegende, rechteckige Oeffnung werden Strahlen beiderlei Polarisationsrichtung durchgelassen, welche aber von verschiedenen Theilen des leuchtenden Objectes herrühren. Ein zweites ebenso grosses Kalkspathrhomboeder, welches sich an der anderen Seite des Spaltes befindet und eine solche Lage hat, dass sein

*) Diro Kitao: Zur Farbenlehre, Inaug.-Dissert. Göttingen 1878.

Hauptschnitt mit dem des ersteren parallel, dass aber bei ihm der ausserordentliche Strahl nach der anderen Seite hin von dem ordentlichen Strahle abgelenkt wird, bewirkt nun, dass die durch die rechteckige Oeffnung gegangenen Strahlen in zwei Bündel zerlegt werden, welche senkrecht zu einander polarisirt sind. Diese Anordnung der beiden Kalkspathrhomboeder und der rechteckigen Oeffnung bewirkt nun, dass man bei geeigneter Grösse der letzteren durch das Ocular zwei unmittelbar aneinander grenzende Bilder dieser Oeffnung erblickt, zugleich aber in ihnen in derselben Ebene liegend, ein durch beide continuirlich hindurchgehendes, d. h. nicht doppelt erscheinendes Bild des Objectes. Die beiden Strahlenbündel gehen dann, nachdem sie nochmals eine Linse passirt haben, durch eine Anzahl von Quarzplatten, deren gemeinsame Dicke durch Ein- oder Ausschalten der einen oder der anderen von ihnen und vermittelst einer Vorrichtung zum Verschieben keilförmiger Quarze (ähnlich wie sie sich am Soleil'schen Saccharimeter befindet) in beliebiger Weise vergrössert oder verringert werden kann. Zwischen diesen Quarzplatten und dem Ocular befindet sich ein drehbares Nicol'sches Prisma, dessen Stellung durch einen Index an einer Kreistheilung abgelesen werden kann.

Entfernen wir nun zunächst das Ocular und machen die Voraussetzung, dass unser leuchtendes Object weisses, aus allen Strahlengattungen bestehendes Licht aussendet, so wird bekanntlich eine spektroskopische Zerlegung der beiden Strahlenbündel uns zeigen, dass ihr Spektrum von schwarzen Streifen durchzogen ist, und zwar werden diese bei dem einen Bündel da liegen, wo bei dem anderen die Intensität nicht geschwächt ist und umgekehrt, so dass also, wenn wir uns beide Spektren aufeinandergelegt denken, ein völlig continuirliches Spektrum entstehen würde. Die Zahl dieser Streifen wächst mit der Dicke der Quarzplatten und die Streifen selbst werden durch eine Drehung des Nicols verschoben. Es ist nun die Aufgabe des Beobachters, eine solche Quarzdicke einzuschalten und dem Nicol eine solche Drehung zu geben, dass in jedem der beiden streifigen Spektren die nicht ausgelöschten Farben zusammen Weiss erzeugen. Dieses ist der Fall, wenn in dem einen Spektrum nur noch Gelb und

Blau vorhanden; in dem anderen werden dann noch Roth, Grün und Violet sichtbar sein. Mit Zugrundelegung der von Broch*) und Stefan**) über die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes in Quarz vorgenommenen Untersuchungen lässt sich berechnen, dass eine Quarzdicke von 12,5—13 mm die erwähnte Art der Auslöschung bewirkt, was auch durch die Beobachtung mit dem Leukoskop bestätigt wird.

Denken wir uns nun wieder das Ocular vorgeschoben, so ist ersichtlich, dass bei deutlich sichtbarer rechtwinkliger Oeffnung, die letztere doppelt und zwar in weissem Lichte erscheinen muss. Eine genaue Vergleichung zeigt jedoch, dass eine völlige Farbengleichheit, d. h. ein reines Weiss nicht herzustellen ist. Eine Erklärung für diese Thatsache ergiebt sich daraus, dass die Stellen in dem Spektrum, welche complementären Farben entsprechen, nicht ganz genau eine solche Lage haben, dass es möglich ist überall die erwähnten dunklen Streifen mit ihnen zusammenfallen zu lassen. Leicht und scharf ist jedoch eine solche Einstellung zu finden, dass in keinem der beiden von der rechtwinkligen Oeffnung erzeugten Bilder das Roth mehr vorherrscht als in dem anderen. Eine solche Einstellung ist im Folgenden unter der „Herstellung der Farbengleichheit" zu verstehen. Da häufig das eine dieser beiden Bilder viel heller als das andere erscheint und eine Constatirung der Farbengleichheit dadurch erschwert wird, so ist zwischen dem Objectiv und dem ersten der beiden Kalkspathrhomboeder noch ein zweites (oben nicht erwähntes) Nicol'sches Prisma eingeschaltet, durch dessen Drehung man, da in Folge seiner Anwesenheit nur polarisirtes Licht zu dem ersten Kalkspathrhomboeder gelangt, die Intensität des in diesem erzeugten ordinären Strahles zu derjenigen des extraordinären in ein beliebiges Verhältniss bringen und dadurch auch die gleiche Helligkeit der beiden durch das Ocular gesehenen Bilder der rechtwinkligen Oeffnung erzielen kann. Die Stellung dieses Nicol'schen Prisma's ist ebenfalls an einer Kreisscheibe abzulesen.

Ueber die Ergebnisse meiner bisherigen Beobachtung mit

---

*) Dove's Repertorium. Bd. VII.

**) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. L.

dem Leukoskop und die Folgerungen aus seiner Theorie, soweit sich diese bis jetzt entwickeln lässt, gebe ich nur noch folgende kurze Notizen:

1) Aendert sich die Lichtemission des betrachteten Objectes in der Weise, dass eine der Strahlengattungen eine zu den übrigen relativ grössere Intensität erhält, so ist, wie leicht ersichtlich, die Farbengleichheit zerstört, da die betreffende Strahlengattung nur in einem derselben vorhanden. Eine Aenderung der Quarzdicke oder eine Drehung des Ocular-Nicol oder beides zusammen ist aber, soweit meine bisherigen Beobachtungen reichen, immer im Stande, das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen. Daraus geht hervor, dass jedes Emissionsverhältniss eine bestimmte Art der Einstellung des Leukoskopes erfordert und durch letztere eindeutig bestimmt ist.

2) Nehmen wir an, das Leukoskop sei von einem Beobachter bei Anwendung einer bestimmten Lichtquelle, von der wir nur die Voraussetzung machen wollen, dass sie Licht von jeder Wellenlänge aussende, auf Gleichheit der beiden Bilder eingestellt. Nun blicke ein anderer Beobachter hindurch, dessen Farbensinn so beschaffen, dass er an dem rothen und dem violeten Ende des Spektrums da noch Lichtempfindung habe, wo dem ersten Beobachter bereits diese Fähigkeit abgeht, dass aber abgesehen von den Enden die drei Curven, welche die Empfindlichkeit der Sehnervenfasern für die drei Grundfarben in der bekannten Weise graphisch darstellen, einen von dem normalen nicht abweichenden Verlauf nehmen, so wird für den zweiten Beobachter eine andere Einstellung des Leukoskopes erforderlich aber wahrscheinlich immer herstellbar sein. Eine derartige Verschiedenheit findet sich auch wohl zwischen dem rechten und linken Auge desselben Beobachters, so erfordert z. B. mein rechtes Auge, nachdem das Leukoskop für das linke eingestellt, eine Drehung des Nicols von $1/3$ bis $1/2$ Grad im Sinne des Uhrzeigers. Da bei Herrn Kitao ebenfalls ein solcher Unterschied der beiden Augen vorhanden war, so ist es möglich, dass derartige Anomalien vielfach verbreitet sind.

3) Ist für zwei Beobachter (oder auch für die beiden Augen desselben Beobachters) eine solche Verschiedenheit hinsichtlich

der Farbenperception vorhanden, dass bei jenen erwähnten Empfindlichkeitscurven nur die Ordinaten mit einem Factor zu multiplicjren sind (der aber für jede der drei Curven verschieden sein kann) um die Curven des Einen in die Curven des Anderen zu verwandeln, so wird nach der Theorie für beide Beobachter dieselbe Einstellung genügen.

4) Nimmt eine oder mehrere der drei Curven bei einem Individuum einen ganz von der normalen Form abweichenden Verlauf, so ergiebt die Theorie dass im allgemeinen bei ihm die Herstellung der Farbengleichheit fraglich ist.

Hr. **Helmholtz** bemerkte zu diesem Vortrage, dass er bei der Construction des Instrumentes darauf gerechnet hätte vollkommene Uebereinstimmung der beiden weissen Mischungen erzielen zu können. Es seien dazu drei Gleichungen zu erfüllen, da die Summe der Rothempfindung R_1 von einem Strahlenbündel, gleich der vom anderen R_2 sein müsse, ebenso auch die der Grünempfindung G_1 und G_2, wie die der Violetempfindung V_1 und V_2. Man könne die drei Gleichungen auch schreiben

$$R_1 + G_1 + V_1 = R_2 + G_2 + V_2$$
$$G_1 = G_2$$
$$V_1 = V_2.$$

Die erste Gleichung sei jedenfalls zu erfüllen mit Hülfe des vor den Kalkspathen stehenden Nicol. Dann blieben zwei Variable übrig, über deren Werth beliebig verfügt werden könne, nämlich die Dicke der Quarzplatten und die Stellung des Ocular-Nicol, wodurch die Lage zweier Minima der Lichtstärke im Spectrum beliebig bestimmt werden könne. Mit Hülfe dieser beiden von einander unabhängigen Grössen habe er gehofft die zwei anderen Gleichungen erfüllen zu können. Der Versuch zeige, dass dies nicht in ganz vollkommener Weise möglich sei, obgleich die zurückbleibende Unähnlichkeit sehr unbedeutend und für die sichere Einstellung des Instrumentes kaum störend sei. Es ergebe sich also, dass die Quarzdicke und die Stellung des Ocularnicols nicht als unabhängige Variable in die nach Aus-

gleichung der Helligkeit übrigbleibenden Gleichungen eintreten, die man schreiben kann

$$1 = \frac{G_1 R_2}{G_2 R_1} = \frac{V_1 R_2}{V_2 R_1}.$$

Die beiden hier stehen bleibenden Functionen müssten vielmehr von ein und derselben Function der beiden Variablen abhängen, und darin sei ein Gesetz der Farbenempfindung ausgesprochen, was aber aus den sehr complicirten theoretischen Werthen der sechs Functionen R, G, V noch nicht herauszulesen sei.

Uebrigens hat Herr Kitao noch eine Reihe von Messungen angestellt, welche wenigstens die Art der functionellen Verbindung zwischen den zwei Variablen hätte erkennen lassen müssen. Diese sind aber bisher noch unveröffentlicht geblieben.

Hr. **Hagen** erläuterte darauf eine von Herrn Mechaniker Stöckrath construirte und in dem Sitzungsraume aufgestellte Compressionspumpe zur Verdichtung von Gasen.

No. 3. Sitzung vom 17. Februar 1882.

Ausgegeben am 1. März.

Vorsitzender: Hr. Helmholtz.

Hr. **Biermann** trug über Meeresströmungen vor.

Hr. **Christiani** zeigte eine von Hrn. Mechaniker Dörffel construirte Glühlichtlampe mit Platinspirale.

Hr. **A. König** machte folgende Mittheilung über galvanometrische Messungen, welche von ihm in dem physikalischen Kabinet der landwirthschaftlichen Hochschule ausgeführt worden sind:

Ueber die elektromotorische Kraft der Grove-Landolt- und Bunsen-Landolt-Elemente.

Bei Gelegenheit einer Mittheilung über eine neue Methode zur Darstellung von Sauerstoff für Laboratoriumszwecke machte

Hr. Geh. Rath Landolt in der Sitzung unserer Gesellschaft vom 2. December 1881 den Vorschlag, in den Grove'schen und Bunsen'schen Elementen die Salpetersäure durch eine Lösung von Wasserstoffsuperoxyd in Wasser, wie sie seit einiger Zeit technisch dargestellt wird und in den Handel gelangt, zu ersetzen. Es kommt durch eine solche Aenderung in der Zusammensetzung die ätzende Wirkung, welche diese Elemente sowohl auf die Respirationsorgane des Beobachters wie auch auf die Metalltheile der Apparate ausüben, in Wegfall kommen.

Die elektromotorische Kraft derartig veränderter Elemente, welche ich im Folgenden als Grove-Landolt'sche und Bunsen-Landolt'sche Elemente bezeichnen werde, habe ich nun einer Prüfung unterzogen und nachstehende Resultate erhalten. Es sei bemerkt, dass die benutzte Lösung von Wasserstoffsuperoxyd nach einer Analyse, welche Hr. Geh. Rath Landolt ausführen zu lassen die Güte hatte, 2.25 pCt. Wasserstoffsuperoxyd enthielt.

Die Messung der elektromotorischen Kraft wurde mit der von Hrn. Geh. Rath E. Du Bois-Reymond vorgeschlagenen*) und nach ihm benannten Compensationsmethode vorgenommen. Als Maasseinheit diente ein Daniell'sches Element, in welchem das Zink in concentrirte Zinksulfatlösung tauchte; und eben solche Elemente wurden auch zur Compensation benutzt. Ein Grove (Salpetersäure vom spec. Gewicht 1.33 und verdünnte Schwefelsäure mit 10 pCt. Gehalt an H_2SO_4) ergaben unmittelbar nach dem Zusammensetzen eine elektromotorische Kraft von 1.74 Dan.; nachdem das Element 20 Minuten lang ungeschlossen gestanden hatte, war dieselbe auf 1.72 Dan. und später nach 50 Minuten langem Schlusse der Säule ohne weiteren Widerstand in sich selbst auf 1.65 Dan. gesunken. Unter gleichen Umständen ergab ein Grove-Landolt die Werthe 1.43 Dan., 1.38 Dan., 1.21 Dan.; die Lösung von Wasserstoffsuperoxyd zeigte nachher noch einen Gehalt von 2.16 pCt. H_2O_2. Wurde die Wasserstoffsuperoxydlösung mit $^1/_{10}$ ihres Volumes H_2SO_4 gemischt, so verminderte sich die anfängliche elektromotorische Kraft auf 1.33 Dan., während sie bei der Ersetzung der verdünnten Schwefelsäure, in welche

*) Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften. 1862.

das Zink eintaucht, durch concentrirte Chlornatriumlösung auf 1.53 Dan. stieg. Ein Bunsen'sches Element, bei dem Flüssigkeiten von gleicher Zusammensetzung wie bei dem Grove'schen Elemente benutzt wurden, hatte unter denselben Umständen die elektromotorischen Kräfte 1.67 Dan., 1.64 Dan., 1.50 Dan. und, nachdem es dann noch 24 Stunden lang ungeschlossen gestanden, noch 1.43 Dan.

Ein Bunsen-Landolt lieferte bei gleicher Behandlung die Werthe 1.41 Dan., 1.40 Dan., 0.98 Dan. und 1.32 Dan. Nachher betrug der Gehalt der Lösung an Wasserstoffsuperoxyd nur noch 1.26 pCt. Die grosse Verminderung der elektromotorischen Kraft nach dem 50 Minuten langen Schluss des Elementes ist hier um so bemerkenswerther, als sie bei dem Grove-Landolt'schen Elemente bei weitem nicht in gleicher Stärke auftrat. Dieselbe bedeutende Verminderung der elektromotorischen Kraft nach langem Schluss zeigte sich aber auch bei einem Bunsen-Landolt'schen Elemente, in dem die Wasserstoffsuperoxydlösung mit $^1/_{10}$ ihres Volumens Schwefelsäure gemischt war. Unmittelbar nach dem Zusammensetzen war ein solches Element etwas schwächer als dasjenige, bei dem eine Ansäuerung der Wasserstoffsuperoxydlösung nicht stattgefunden hatte. Auffallend war bei dieser Art der Zusammensetzung, dass die Lösung, nachdem das Element 24 Stunden lang ohne Schliessung gestanden hatte, nur noch einen Gehalt von 0.70 pCt. H_2O_2 zeigte.

Ueber die Widerstandsverhältnisse bemerke ich noch, dass die Landolt'schen Elemente ohne Ansäuerung den 4 bis 5 fachen Widerstand zeigten wie Grove'sche und Bunsen'sche Elemente von gleicher äusserer Form. Durch Ansäuerung ist es zwar leicht, diesen Widerstand beträchtlich zu vermindern, aber dann tritt, wie oben erwähnt, der Uebelstand ein, dass die theure Wasserstoffsuperoxydlösung (4 M. pro Klo.) viel schneller ihren ohnehin sehr geringen Gehalt an H_2O_2 verliert.

So lange demnach die in den Handel kommende Lösung von Wasserstoffsuperoxyd nicht beträchtlich gehaltreicher und billiger wird, dürfte der Vorschlag des Hrn. Geh. Rath Landolt, nicht zur praktischen Ausführung zu empfehlen sein.

Hr. **H. Kayser** trug Folgendes vor:

„Ueber Verdichtung der Gase an Körpern mit grosser Oberfläche“.

Meine letzten Untersuchungen über die Verdichtung der Gase an Oberflächen*) hatten das Resultat ergeben, dass die verdichteten Gasmengen nicht nur von der Grösse der Oberfläche, sondern sehr wesentlich auch von den Zwischenräumen zwischen den benutzten Glasfäden und Pulver abhängt. Da ich somit auf absolute Zahlenbestimmungen verzichten musste, habe ich in anderer Richtung die Versuche fortgesetzt, indem ich Oberflächen aus anderem Material verwandte. Ich habe wieder einen Apparat mit Glashähnen benutzt, bei welchem die Messung des eingelassenen Gasvolumens sehr genau ausgeführt werden konnte, und bei welchem der Theil des Gases, dessen Temperatur unbekannt bleibt, möglichst klein ist. — Ich habe diesmal die Verdichtung der Gase in der Art untersucht, dass ich in einen luftleeren Raum von bekannter Grösse bekannte Gasmassen einliess, und den dadurch in dem Raume entstehenden Druck bestimmte. Der Raum des Absorptionsgefässes war entweder leer, oder mit grobem Glaspulver, Spänen von Messing oder Schmiedeeisen angefüllt. Ich habe mit CO_2, SO_2 und NH_3 experimentirt. Ganz besondere Sorgfalt wurde auf völlige Trockenheit der Gase und Freiheit von Luft verwandt. Die zusammengehörenden Werthe von Druck und eingelassenem Gas wurden zur Construction von Curven verwandt, welche bei Gültigkeit des Mariotte'schen Gesetzes grade Linien sein sollten, davon aber mehr oder weniger abwichen. Aus den Curven lassen sich Tabellen ableiten, welche angeben, welcher Druck durch Einlassen von 20, 40, 60 cc u. s. w. in einem Gefässe erzeugt wird, dessen freier Raum 100 cc beträgt, wenn dieser freie Raum in Verbindung mit einer sehr kleinen Glasfläche ist, oder mit einer sehr grossen Fläche von Glas, Messing oder Eisen.

Solche Tabellen sind die folgenden:

---

*) Vergl. H. Kayser, Wied. Ann. XIV, 450 u. XII, 526. 1881.

Kohlensäure.

Eingel. Vol.	Druck in mm Hg: leeres Gefäss	Glaspulver	Messing	Eisen
20 cc	152,0	—	153,0	153,5
40	310,0	302,5	304,5	306,5
60	460,0	452,8	455,5	457,0
80	607,0	603,5	605,6	607,0
100	758,5	753,4	756,0	757,5
120	908,0	903,4	904,0	910,5
140	1056,0	1054,5	1054,5	1059,0
160	1207,0	1204,0	1204,0	1208,0
180	1356,0	1352,0	1352,0	
200		1501,0		

Schweflige Säure.

Eingel. Vol.	Druck in mm Hg: leeres Gefäss	Glaspulver	Messing	Eisen
20 cc	154,5	—	153,0	153,5
40	310,0	276,0	304,5	306,5
60	462,0	427,0	455,5	457,0
80	612,0	578,0	604,0	607,5
100	761,0	722,0	749,2	750,5
120	911,0	863,0	896,0	894,5
140	1057,0	999,0	1039,0	1036,0
145	1093,5	1016,0	1075,0	1072,0
150	1130,0	1062,0	1108,0	1105,0
155	1166,5	1191,0	1138,0	1135,0
160	1168,0	1116,0	1164,0	1151,7
165	1168,0	1134,0	1168,0	1162,0
200	1168,0	1167,0	1168,0	1168,0

Ammoniak.

Eingel. Vol.	Druck in mm Hg: leeres Gefäss	Glaspulver	Messing	Eisen
20 cc	152,0	—	146,5	146,5
40	310,0	288,0	295,0	295,0
60	460,0	436,8	444,0	444,0
80	607,0	587,0	590,5	592,0
100	757,0	735,6	740,0	746,6
120	906,0	883,4	888,5	899,0
140	1052,0	1029,5	1032,5	1044,5
160	1199,0	1177,6	1181,0	1189,6
180	1345,0	1323,0		
200		1468,4		

Diese Tabellen zeigen, dass im Allgemeinen SO_2 am wenigsten verdichtet wird, — bis der Verflüssigungspunkt heranrückt; dann folgt CO_2, dann NH_3. Was die Oberflächen betrifft, so wird im leeren Gefäss am wenigsten verdichtet, dann folgt Eisen, Messing, zuletzt Glaspulver. Es zeigt sich indessen der Einfluss der verschiedenen Oberflächen und Gase; so ist sehr auffallend die ungemeine Verdichtung der SO_2 an Glas.

Interessant ist die Wirkung auf SO_2; die Verdichtung an den Wänden strebt die Unstetigkeit, welche die Curve für den Druck der Sättigung hat, indem sie dort senkrecht aufsteigt, (falls man die Drucke als Abscissen nimmt), zu beseitigen, aber in verschiedenem Maasse, je nach der Oberfläche.

No. 4. Sitzung vom 3. März 1882.

Ausgegeben am 16. März.

Vorsitzender: Hr. Helmholtz.

Hr. **Kalischer** trug unter Vorzeigung der im Folgenden erwähnten Metalle vor:

Ueber die Molekularstruktur der Metalle.

Im Anschluss an meine Arbeit über den Einfluss der Wärme auf die Molekularstruktur des Zinks*), über welche ich der physikalischen Gesellschaft in der Sitzung vom 2. December vorigen Jahres berichtete, und in welcher ich zeigte, dass das gewalzte Zink und der Zinkdraht, an und für sich unkrystallinisch, durch Erwärmen über 150° krystallinisch werden, und dass sich die krystallinische Struktur desselben durch Anätzen, am besten mit Kupfervitriol leicht nachweisen lässt, habe ich ausgedehnte Untersuchungen über die Molekularstruktur einer grossen Anzahl von Metallen angestellt, welche im Folgenden mitgetheilt werden sollen.

Die von mir in der angeführten Abhandlung geäusserte Vermuthung, dass das Cadmium sich wie in vielen anderen so auch in dieser Beziehung dem Zink ähnlich verhalten dürfte, trifft insofern nicht zu, als ersteres durch das Walzen seine krystalli-

*) Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft XIV, 2747.

nische Struktur nicht völlig verliert. Cadmiumblech von 0,19 mm Dicke ist noch krystallinisch, und es ist wahrscheinlich, dass selbst noch dünner gewalztes Cadmium seine krystallinische Struktur beibehält, da dieselbe durch Aushämmern des Bleches von eben genannter zu 0,08 mm Dicke nicht völlig vernichtet wird. Wie beim Zink kann auch hier die krystallinische Struktur, welche durch Erwärmen des Cadmiums auf 200°—250° deutlicher und schöner wird, durch Aetzen mit Kupfervitriollösung leicht und rasch sichtbar gemacht werden.

Die krystallinische Struktur des gewalzten Zinns lässt sich ebenfalls durch Aetzen mit Kupfervitriollösung oder Säuren nachweisen. Wird dasselbe auf etwa 200° erwärmt, so unterscheidet sich die Krystallisation erheblich von derjenigen des vorher nicht erwärmten Zinns, indem erstere das Ansehen gewinnt, welches man als moiré métallique bezeichnet hat.

Am Eisenblech und Kupferblech gelang mir der unzweifelhafte Nachweis ihrer krystallinischen Struktur, als ich dieselben zu positiven Elektroden eines galvanischen Stromes in geeigneten Salzlösungen machte. Als solche wandte ich für das Eisen Eisenvitriol und Kaliumsulfat an, welche ein gutes Resultat gaben. Dabei ist kein Unterschied wahrzunehmen, ob das Eisen vorher ausgeglüht wird oder nicht. Auch concentrirte Salzsäure ist wohl geeignet, die krystallinische Struktur des Eisenblechs nachzuweisen. Dagegen zeigt Stahl keine Spur einer solchen.

Die krystallinische Struktur des gewalzten Kupfers lässt sich am schnellsten nachweisen, wenn es als positive Elektrode in Kupfernitrat dient, gleichviel ob es vorher geglüht wird oder nicht. Ohne Anwendung des Stromes gelingt der Nachweis sehr leicht, wenn das Kupfer in eine mässig concentrirte Lösung von Eisenchlorid getaucht wird. Kupferblech von 0,3 mm Dicke, das dünnste, welches ich ausser dem alsbald zu nennenden zu untersuchen Gelegenheit hatte, zeigt noch völlig deutlich krystallinische Struktur, aber das sogenannte Schablonenkupfer, welches eine Dicke von nur 0,08 mm hat, nicht mehr. Wird dieses jedoch zur Rothgluth erhitzt, so nimmt es den krystallinischen Zustand an.

Wie das Kupfer zeigen auch viele seiner Legirungen mit Zink und Zinn krystallinische Struktur. Dieselbe lässt sich beim gewalzten Messing sehr leicht unter Anwendung eines galvanischen Stromes nachweisen, wenn dasselbe die positive Elektrode ein Kupfervitriol oder Kupfernitrat oder irgend einem andern schwefelsauren oder salpetersauren Salze bildet. Dasselbe leistet ohne Strom Eisenchlorid oder in etwas längerer Dauer freie Säure.

Indessen besitzen nicht alle Kupfer-Zinklegirungen krystallinische Struktur, welche vielmehr von der Zusammensetzung abzuhängen scheint. Unter den verschiedenen von mir untersuchten Messingsorten war mir von vieren die Zusammensetzung durch die Liberalität der Bezugsquelle bekannt. Dieselbe ist wie folgt:

pCt.	I	II	III	IV
Cu	66	62,5	60	56,8
Zn	34	37,5	40	43,2

Bleche von I und II sind krystallinisch, Bleche von III scheinen unter dem Mikroskop Spuren einer krystallinischen Struktur zu zeigen. Ich muss jedoch bemerken, dass die Unterscheidung unter dem Mikroskop, selbst in den Fällen, wo die krystallinische Struktur mit blossem Auge unzweifelhaft erkennbar ist, ausserordentlich schwierig ist. IV ist nicht krystallinisch und wird es auch durch Glühen nicht.

Alle Tombackbleche, die ich untersucht habe, erwiesen sich als krystallinisch. Von dreien war mir die Zusammensetzung bekannt, zwei davon enthielten circa 0,3 pCt. Sn.

Dagegen vermochte ich an zwei Legirungen, die neben Kupfer und Zink erheblichere Mengen Zinn enthalten als die zuletztgenannten nämlich 5 resp. 2,95 pCt. und welche bekanntlich, wie die reinen Kupfer-Zinn-Legirungen, in der Technik als Bronze bezeichnet werden, durch die gleiche Behandlung wie bei den vorerwähnten Metallen eine krystallinische Struktur im gewalzten Zustande nicht nachzuweisen.

Gewalztes Blei ist krystallinisch, wie sich durch Anätzen mit verdünnter Salpetersäure leicht erkennen lässt.

Gewalztes Silber (fein) in Streifen von 0,5 mm und 0,3 mm Dicke ist nicht krystallinisch, aber wohl, wenn es zur Rothgluth

erhitzt wird. Die Krystallisation, welche durch Anätzen mit Salpetersäure auftritt, hat ein geblümtes Aussehen.

Auch gewalztes Gold (fein) von 0,25 mm Dicke ist an und für sich nicht krystallinisch, wird es aber zur Rothgluth erhitzt, so geht es in den krystallinischen Zustand über, welcher durch Anätzen mit gelinde erwärmtem Königswasser sichtbar gemacht werden kann. Selbst Goldfolie von nur 0,03 mm Dicke wird unter dem Einfluss der Wärme krystallinisch.

Die krystallinische Struktur des Platinblechs lässt sich innerhalb weniger Minuten ebenfalls durch erwärmtes Königswasser nachweisen*). Selbst Platinfolie von 0,025 mm Dicke, die dünnste, welche ich untersucht habe, besitzt krystallinische Struktur; das Aussehen der angeätzten Oberfläche der letztern ist moiréeartig.

Neusilber zeigt an und für sich kaum Spuren einer krystallinischen Struktur, dieselbe ist aber unverkennbar, wenn es stark geglüht wird.

Als unkrystallinisch erwies sich Nickel, welches ich in Streifen von 1 mm Dicke untersuchte; Aluminium in Platten von 3,1 mm Dicke und dünneren Blechen; Magnesium, welches ich jedoch nur in Band von 0,10 mm Dicke zu untersuchen in der Lage war. Cobalt ist zu spröde, um sich walzen zu lassen, aber ich will vorwegnehmen, dass es auch in Barren unkrystallinisch ist.

Die von mir nicht erwähnten Metalle habe ich bisher zu untersuchen keine Gelegenheit gehabt.

Es ist bisher stillschweigend vorausgesetzt worden, dass die Metalle, welche in gewalztem Zustande krystallinisch sind oder es unter dem Einfluss der Wärme werden, es auch in gegossenem Zustande sind, oder mit anderen Worten, dass das Material, aus welchem die Metallbleche hergestellt werden, selbst eine krystallinische Structur besitzt. So unwahrscheinlich auch die entgegengesetzte Annahme ist, so wäre es doch denkbar, dass

---

*) Hierüber liegt eine ältere Beobachtung von Phipson und Noble Jahresber. über d. Fortschr. d. Chemie 1862, 229. Chemical News V, 144 und 168 vor.

die Metalle durch die mechanische Einwirkung des Walzens erst krystallinisch werden. Denn es wird beispielsweise allgemein angenommen, dass das geschmiedete Eisen durch andauernde mechanische Erschütterung krystallinisch wird. Indessen sprechen gegen eine solche Annahme von vornherein mehrere der hier mitgetheilten Thatsachen, wie leicht zu ersehen ist. Um jedoch die hier aufgeworfene Frage auf directem Wege zn entscheiden, habe ich von einigen Metallen Gussstücke in derselben Weise wie die aus diesem Material hergestellten Bleche untersucht. Ich habe mir von einem kleinen Kupferblock, wie er im Handel vorkommt, dünne Platten gesägt, um sie als positive Etektroden in Kupfervitriol oder Kupfernitrat anzuwenden, und gefunden, dass sie dieselbe krystallinische Struktur zeigen wie das gewalzte Metall.

Auch Walzeisen erweist sich durch Anätzen mit concentrirter Salzsäure als krystallinisch.

Ferner habe ich auf dieselbe Weise gefunden, dass alle oben erwähnten Messingsorten, von denen ich Bleche auf ihre Molekularstruktur untersuchte, auch in gegossenem Zustande krystallinisch sind. Merkwürdigerweise ist das Aussehen derselben moireeartig, oder genauer so, als wenn Krystalle oder krystallinische Theilchen in einer sonst amorphen Masse eingesprengt wären. Auch die mit III und IV bezeichneten Messingsorten haben in Gussstücken, wenn sie angeätzt werden, dasselbe Aussehen wie die anderen und das Gleiche gilt auch von den Bronzesorten, an denen ich, wie erwähnt, im gewalzten Zustande eine krystallinische Struktur nicht nachweisen konnte.

Dagegen lässt sich am Aluminium in Barrenform und Nickel in Würfeln eine krystallinische Struktur durch Aetzen nicht wahrnehmen.

Von grossem theoretischen Interesse ist die Frage nach der Molekularstruktur der Metalle in Form von Drähten, da, neben der Natur ihrer Substanz, die Molecularstructur ohne Zweifel der einflussreichste Factor ist, von welchem ihre elektrische Leitungsfähigkeit abhängt. Die Frage erscheint von um so grösserem Interesse, als bekanntlich die Leitungsfähigkeit vieler Drähte

durch Erwärmen und Glühen geändert, oft nicht unbedeutend erhöht wird. Nach den Untersuchungen von Siemens*) und Matthiessen**) sind es besonders die Drähte von Kupfer, Silber, Gold, Platin und Messing, deren Leitungsfähigkeit durch Ausglühen nicht unerheblich vergrössert wird. Um so bemerkenswerther ist es, dass nach meinen Beobachtungen Drähte von Silber, Gold und Platin***), an und für sich nicht krystallinisch, durch Glühen krystallinisch werden, wie sich durch Aetzen nachweisen lässt. Schon früher habe ich gefunden, dass Zinkdraht unter Einfluss der Wärme ebenfalls krystallinisch wird und dass seine Leitungsfähigkeit in diesem Zustande um etwa 3 pCt. grösser ist als im unkrystallinischen †). Auch Cadmiumdraht wird durch langsames Erwärmen auf etwa 250° krystallinisch und der Widerstand desselben nimmt ab. Genauere Angaben hierüber behalte ich mir für eine ausführlichere Abhandlung vor.

Kupfer- und Messingdrähte werden zwar durch Glühen nicht krystallinisch, aber dennoch lässt sich unter dem Mikroskop ein Unterschied in der Struktur geglühter und ungeglühter Drähte, die in gleicher Weise geätzt werden, wahrnehmen. Insbesondere finde ich diesen Unterschied bei Kupferdrähten deutlich. Ungeglühter Kupferdraht hat eine streifige Textur, geglühter Draht zeigt eine Aggregation von Theilchen, die bei aller Unregelmässigkeit der Aneinanderlagerung und sonstiger Verschiedenheit sich dennoch einer bestimmten Gestalt zu nähern scheinen. Messingdrähte geben ein ähnliches Bild, doch ist der Unterschied, wie erwähnt, nicht so deutlich ausgesprochen wie beim Kupferdraht. Zwischen geglühtem und ungeglühtem Eisen- und Stahldraht vermag ich dagegen keinen Unterschied wahrzunehmen.

Ich glaube somit als Resultat der vorliegenden Untersuchungen aussprechen zu dürfen, dass der krystallische oder krystalli-

---

*) Poggendorff, Annalen CX, 18.

**) Poggendorff, Annalen CXVII, 363; CX, 222.

***) In Betreff des Platins liegt eine ältere Beobachtung von Noguès vor (C. R. XLVII, 832).

†) Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft XIV, 2750 f.

nische der natürliche Zustand der Metalle ist, der ihnen durch mechanische Einwirkung, den einen leicht, den anderen schwer, einigen vielleicht gar nicht genommen werden kann, und in den viele von ihnen unter dem Einfluss der Wärme wieder übergeführt werden können. Aus der unter Einfluss der Wärme erfolgenden Annahme der krystallinischen Struktur der Drähte einiger Metalle erklärt sich mindestens zum Theil die grössere elektrische Leitungsfähigkeit derselben, die sie durch Erwärmen, Glühen erlangen.

Es dürfte übrigens von Interesse sein, auch mit Rücksicht auf die in neuerer Zeit bestrittene Behauptung von der Correlation der Leitungsfähigkeit der Metalle für Elektricität und Wärme, zu untersuchen, ob auch die Leitungsfähigkeit der Drähte für Wärme analoge Aenderungen erfährt wie ihr elektrisches Leitungsvermögen.

Hr. **Neesen** trug vor:

Ueber die Methode von D'Arsonval zur Aufrechterhaltung constanter Temperaturen.

Im Nachstehenden erlaube ich mir meine Erfahrungen über die D'Arsonval'sche Methode, die Constanz der Temperatur in einem Wärmebade aufrecht zu erhalten, mitzutheilen. Hr. D'Arsonval benutzt das Wasser des Wärmebades gleichzeitig als Regulator, indem er die Ausdehnung des Wassers zur Regulirung des Wärmezuflusses benutzt. Sein Apparat besteht aus zwei Gefässen, einem kleinen Heizapparat, (Heisswasserheizung), aus dessen oberen Theil eine Rohrleitung in das von allen Seiten wasserdicht verschlossene Wasserbad führt, sich in Schlangenwindungen durch dasselbe zieht und dann aus dem Wasserbadgefäss wieder heraus und in den unteren Theil des Heizgefässes eintritt. Das warme Wasser circulirt also durch die Schlangenröhre im Wasserbade und dient so als Wärmequelle für letzteres. Von diesem letzteren geht noch eine Manometerröhre mit Quecksilber gefüllt aus, welche in das obere nach unten ausgebogene oben erwähnte Zuleitungsrohr an dem Heizapparat mündet. Bei der Ausdehnung des Wassers im Wasserbade wird das Quecksilber in das Zu-

leitungsrohr gedrückt und dadurch die Oeffnung desselben theilweise verschlossen. Hierdurch regulirt sich die Temperatur. Ich suchte nun die beiden Gefässe in ein einziges zu vereinen, welches direct auf das Eis-Calorimeter, mit welchem ich augenblicklich Messungen über die specifische Wärme des Wassers anstelle, aufgesetzt werden kann. Zu dem Ende nahm ich ein geschlossenes, mit Wasser gefülltes Kupfergefäss von etwa 2 dm Durchmesser und 3 dm Höhe. Das Gefäss war der Länge nach durchsetzt von einer Kupferröhre von 3 cm Durchmesser, in welcher der zu erwärmende Körper aufgehängt wurde. Der Deckel des Gefässes hatte ausser der Oeffnung, in welche das eben erwähnte Rohr eingelöthet war, eine Oeffnung für ein einzukittendes Thermometer, eine zweite, in welche ein Hahn eingelöthet wurde und eine dritte, in die ich eine Uförmig gebogene Glasröhre einkittete. Letztere war zum Theil mit Quecksilber gefüllt und diente zum Reguliren des Gasstroms in bekannter Weise, indem das bei der Ausdehnung des Wassers im Wasserbade gehobene Quecksilber die Zuflussöffnung des zuströmenden Gases verschloss.

Das ganze Gefäss stand auf einer Metallplatte, die ein Gasbrenner, dessen Speisung in der gedachten Weise regulirt wurde, erwärmte. Die durchgehende Röhre, innerhalb welcher der zu erwärmende Körper hing, war unten durch einen Schieber von Elfenbein verschlossen. Will man den erwärmten Körper einführen in das Calorimeter, so setzt man den ganzen Apparat auf das letztere, so dass der Körper, welcher im Calorimeter seine Wärme abgeben soll, gar nicht mit der äusseren Luft in Berührung kommt. Der Apparat gab namentlich im Anfange ausgezeichnete Resultate. Die Temperatur blieb innerhalb zwei Tage auf $^1/_{100}$ Grad constant. Es trat dann ein kleiner Leck ein, vermuthlich am Hahn, durch den verursacht wurde, dass die Temperatur ganz langsam stieg. Ferner zeigte sich, dass sich regelmässige Schwankungen in der Temperatur einstellten, die sich in einem Bereiche von 1 bis $1^1/_2$ Zehntel Grad hielten. Der Grund hiezu war, dass sich das Gefäss selbst zuerst erwärmte, ausdehnte und daher mehr Gas zuliess als eigentlich der betreffen-

den Temperatur entsprach. Dann erwärmte sich das Wasser und schloss wieder die Zuflussöffnung des Gases, das Gefäss zog sich zusammen und so fort. Mit gutem Erfolge beseitigte ich nach Erkenntniss der Ursache diese Schwankung dadurch, dass ich das ganze Gefäss mit einer Gypshülle umgab, zur Erwärmung einen Metallstab an den Boden des Gefässes anlöthete, welcher durch die Gypshülle hindurchging und mit dem Gasbrenner erhitzt wurde. Trotz der erwähnten Lackage erhielt ich die Temperatur bis auf $^1/_{100}$ Grad so lange ganz constant wie es nöthig war, also etwa $^1/_2$ Stunde lang.

Die D'Arsonval'sche Methode ist nach meinen Erfahrungen also nur zu empfehlen.

Gestützt auf die gemachten Erfahrungen lasse ich mir jetzt einen Apparat machen, bei welchem das Gefäss des Wärmebades ganz aus schlecht leitender Masse besteht. Die Zuleitung der Wärme wird bewirkt durch einen Metallstab, welcher in den Boden des Gefässes gekittet ward und einen Metallmantel im Innern des Gefässes trägt, der sich lose an die innere Gefässwand anlegt. Auf diese Weise wird die Wärme nach allen Stellen geführt, von denen aus Abkühlung erfolgt. Der Metallstab wird natürlich von aussen erhitzt.

Ich mache schliesslich noch auf einen Umstand aufmerksam, der auch mich beim Gebrauch des Bunsen'schen Eiscalorimeters längere Zeit belästigte. Ich benutzte die Schuller'sche Methode, das Calorimeter in destillirtes Wasser, in welchem ein Eismantel gebildet war, zu setzen. Das destillirte Wasser befand sich in einem Zinkgefäss. Die Eigenbewegung geht nach der Zusammensetzung des Apparates zuerst in der regelmässigen Weise vor sich, wie es der Gefrierpunktserniedrigung durch den Druck der Quecksilbersäule im Calorimeter entspricht. Es schmilzt etwas Eis, der Quecksilberfaden in der Capillaren geht zurück. Nach mehreren Tagen wird die Bewegung, nachdem sie stetig kleiner geworden ist, die entgegengesetzte. Der Quecksilberfaden rückt vor. Dies rührt her von der Gefrierpunktserniedrigung des destillirten Wassers, in welches das Calorimeter eingesetzt ist, durch Verunreinigung des Wassers aus dem Zink. Wird neues

reines Wasser genommen, so ist die Eigenbewegung wieder die normale. Ich benutze diese Gefrierpunktserniedrigung des umgebenden destillirten Wassers, so lange dasselbe noch nicht zu gross ist, um die Eigenbewegung fast ganz wegzuschaffen, indem dem ich, nachdem das selbstständige Vorwärtsschreiten des Quecksilberfadens eingetreten ist, das Zinkgefäss, in welchem sich das destillirte Wasser befindet, etwas von Eis entblösse. Die von aussen zustrahlende Wärme hebt den Einfluss der Gefrierpunktserniedrigung auf.

Hr. **Wangerin** machte folgende Mittheilung:

Ueber die Theorie der Interferenzstreifen eines keilförmigen Blättchens.

Bei dem Druck meines am 20. Januar gehaltenen Vortrags über die Theorie der Newton'schen Ringe habe ich einen Punkt übergangen, den ich in dem Vortrage selbst kurz berührt hatte, und auf den ich jetzt, zur Vervollständigung der damaligen Mittheilung, noch kurz zurückkommen möchte. Derselbe bezieht sich auf die scheinbare Drehung, welche die durch ein keilförmiges Glasblättchen erzeugten Interferenzstreifen erleiden, sobald man sich dem Blättchen bis zur deutlichen Sehweite nähert. Auf diese Drehung hat Hr. Feussner zuerst aufmerksam gemacht, und für dieselbe eine Formel entwickelt, die aber mit den von mir in jenem Vortrage mitgetheilten Beobachtungen des Hrn. Sohncke nicht übereinstimmt. Aus dieser Nichtübereinstimmung in einem wesentlichen Punkte schloss ich, dass aus jener Formel nichts gegen die Richtigkeit der von mir aufgestellten Theorie der Newton'schen Ringe gefolgert werden könne. Der eben genannte Abschnitt meines Vortrags könnte nun das Missverständniss erwecken, als wolle ich das Vorhandensein jener Drehung überhaupt in Abrede stellen. Das ist keineswegs meine Absicht; im Gegentheil habe ich mich gemeinsam mit Hr. Sohncke davon überzeugt, dass jene Drehung bei der Beobachtung mit blossem Auge aus der natürlichen Sehweite stattfinde. Das Vorhandensein der Drehung habe ich, wie schon gesagt, in dem

Vortrage selbst erwähnt. Im Folgenden will ich mir erlauben, meine Ansicht über den Grund jener Drehung zu entwickeln und zu zeigen, dass man die Feussner'sche Formel durch einfache Betrachtungen ableiten kann, ohne den Durchgang der Strahlen durch die Linse zu verfolgen und ohne dabei die Frage nach dem Orte der grössten Deutlichkeit der Interferenz zu berühren.

Der Betrachtung werde ein rechtwinkliges Coordinatensystem x, y, z zu Grunde gelegt, dessen Anfangspunkt in der Keilkante liegt. Die Keilkante sei die y-Axe, die x-Axe liege in der oberen Keilfläche senkrecht zur Kante, die z-Axe endlich sei die Normale der oberen Keilfläche. Der Winkel ε der beiden Keilflächen sei sehr klein. Es werde ein Punkt P (vor oder hinter der Keilfläche) ins Auge gefasst, dessen Coordinaten x, y, z seien, und es werde ein einzelner durch P gehender Strahl betrachtet, der von der Oberfläche des Blättchens reflectirt ist, sowie ein zweiter Strahl, der nach einer einmaligen Reflexion im Innern des Blättchens durch P geht und mit dem vorigen interferirt (also von demselben Punkte der Lichtquelle ausgegangen ist). Beide Strahlen besitzen in P die Wegdifferenz

$$(1) \qquad \delta = 2\varepsilon n c_1 \left(x + \frac{a}{c} z\right),$$

wenn $-a$, $-b$, $+c$ die Richtungscosinus des ersten dieser Strahlen sind, gerechnet in der Richtung von P nach dem Auge, n der Brechungsexponent des Glasblättchens, $nc_1 = \sqrt{n^2 - 1 + c^2}$. In dem Ausdruck (1) sind die Glieder von der Ordnung ε^2 vernachlässigt; ε ist also als so klein angenommen, dass die vernachlässigten Glieder klein sind gegen eine Wellenlänge. Nun sei das Auge so auf den Punkt P eingestellt, dass der betrachtete Strahl $-a$, $-b$, $+c$ mit der Sehaxe zusammenfällt. Damit P dem Auge als Punkt eines dunklen Streifens erscheint, muss δ ein Vielfaches einer Wellenlänge sein, da die beiden interferirenden Strahlen, die einen sehr kleinen Winkel mit einander bilden, bei ihrem Durchgang durch das Auge keine neuen Phasendifferenzen erlangen. Es ist also, unter h irgend eine ganze Zahl verstanden,

$$(2) \qquad 2\varepsilon n c_1 \left(x + \frac{a}{c} z\right) = h\lambda.$$

Es sei ferner Q ein dem Punkte P benachbarter Punkt, seine Coordinaten $x+\xi$, $y+\eta$, $z+\zeta$. Der Strahl, welcher Q mit A, dem Mittelpunkte der Pupille, verbindet, habe die Richtungscosinus $-\alpha$, $-\beta$, $+\gamma$. Dann ist die Wegdifferenz des Strahles QA gegen den durch Q gehenden, mit ihm interferirenden Strahl

$$(3) \qquad \delta_1 = 2\varepsilon n \gamma_1 \left(x + \xi + \frac{\alpha}{\gamma}(z+\zeta)\right), \quad n\gamma_1 = \sqrt{n^2 - 1 + \gamma^2};$$

und soll Q als Punkt eines dem ersten nahen dunklen Streifens erscheinen, so muss

$$(4) \qquad \delta_1 = (h + h_1)\lambda$$

sein, wo h_1 eine kleine ganze Zahl ist. Die Werthe der Richtungscosinus α, β, γ sind nun, ausser von a, b, c und ξ, η, ζ noch von der Entfernung l des Punktes P vom Mittelpunkte A des Auges abhängig. Entwickelt man α, β, γ nach Potenzen von $\frac{\xi}{l}$, $\frac{\eta}{l}$, $\frac{\zeta}{l}$ und vernächlässigt schon die Quadrate dieser Grössen, so folgt aus (3) und (4):

$$(5) \qquad \delta_1 = 2\varepsilon n c_1 \left\{ x + \frac{a}{c} z - \frac{c}{n^2 c_1^2}\left(x + \frac{a}{c} z\right) \frac{\zeta + c(a\xi + b\eta - c\zeta)}{l} + \left(\xi + \frac{a}{c}\zeta\right)\left(1 + \frac{z}{c.l}\right) \right\}$$

$$= (h + h_1)\lambda.$$

Nun ist $l + \frac{z}{c}$ die Entfernung des Auges von der Oberfläche des Blättchens, gemessen in der Richtung der Sehaxe. Wird diese Entfernung mit l_1 bezeichnet, wird ferner $x + \frac{a}{c} z = H$ gesetzt (H ist der Abstand des Punktes, in welchem die Sehaxe die Keilfläche trifft, von der Keilkante), so ergiebt sich aus (2) und (5) für die Punkte Q, die auf dem $(h+h_1)^{\text{ten}}$ dunklen Streifen liegen, eine Gleichung von der Form

$$(6) \qquad \left(\xi + \frac{a}{c}\zeta\right) - \frac{c}{n^2 c_1^2} \frac{H}{l_1} \{\zeta + c(a\xi + b\eta - c\zeta)\} = \text{Const.}$$

Geht man vom Coordinatensystem x, y, z zu einem andern recht-

winkligen System X, Y, Z über, dessen Anfangspunkt in P liegt, dessen Axe X mit der Sehaxe zusammenfällt, während Z senkrecht zu X und parallel der oberen Keilfläche ist, so geht (6) über in:

$$(7) \quad \left(\frac{a}{c\sqrt{1-c^2}} - \frac{c\sqrt{1-c^2}}{n^2 c_1^2} \frac{H}{l_1}\right) Y - \frac{b}{\sqrt{1-c^2}} Z = \text{Const.}$$

Der Winkel, welchen hiernach die Streifen mit der Y-Axe bilden, ist (ausser für den Fall $b = 0$) von der Entfernung l_1 des Auges von der Oberfläche des Blättchens abhängig, und für die Grösse ψ dieses Winkels folgt aus (7):

$$(8) \qquad \operatorname{tg} \psi = \frac{a}{bc} - \frac{H}{l_1} \frac{c(1-c^2)}{bn^2 c_1^2}.$$

Dies ist genau die Formel des Hrn. Feussner. Zur Ableitung derselben ist es also weder nöthig, den Durchgang der Strahlen durch die Linse des Auges (oder des Beobachtungsinstruments) zu verfolgen, noch braucht man die sämmtlichen von einem Punkte P ausgehenden Strahlen zu betrachten. Es genügt allein die Betrachtung des durch den Mittelpunkt des Auges gehenden Strahles. Die Grösse oder Lage des mit der Linse verbundenen Diaphragmas veranlasst ebenso wenig die Drehung, deren Grund allein in dem Richtungsunterschiede der von benachbarten Punkten P und Q gleichzeitig in die Mitte des Auges gelangenden Strahlen liegt. Vor Allem hat nach dieser Ableitung die Frage nach dem Orte der grössten Deutlichkeit der Interferenzerscheinung mit der Drehung der Streifen nichts zu thun; für oder gegen die Richtigkeit einer Theorie, die den Ort der grössten Deutlichkeit der Interferenzerscheinung aus dem Zusammenwirken aller durch einen Punkt gehenden Strahlen bestimmen will, kann die scheinbare Drehung der Streifen nichts beweisen.

Dass die eben abgeleitete Formel nicht allgemeine Gültigkeit hat, folgt aus den früher mitgetheilten Beobachtungen des Hrn. Sohncke. Es erklärt sich dies, wenn man nicht nur die centralen, sondern die sämmtlichen von den Punkten P, Q in das Beobachtungsinstrument gelangenden Strahlen berücksichtigt. Es unterscheiden sich dann die Phasendifferenz δ_1 der verschiedenen

von Q ausgehenden Paare von interferirenden Strahlen unter einander um Grössen, gegen die, für weitere Entfernungen l, die Grössen der Ordnung $\frac{\xi}{l}$ etc. verschwindend klein sind.

Es bleibt mir noch übrig, das Verhältniss des hier entwickelten Resultats zu dem im Anhang der Arbeit über die Newton'schen Ringe (Wied. Ann. XII. p. 247, 248) abgeleiteten, wonach die Streifen der Keilkante parallel sind, klarzustellen. Dort hatte ich nur den Fall betrachtet, dass der Punkt, in dem die Interfereuz stattfindet, in der Axe des Beobachtungsinstrumentes liegt. Diese Art der Betrachtung, bei der man das Instrument successive auf verschiedene Punkte des Raumes einstellt, und den Punkt, in welchem man die Interferenz untersuchen will, jedesmal in die Mitte des Gesichtsfeldes bringt, giebt jedenfalls das richtigste Bild von dem wirklichen Vorgang, und bei ihr allein hat auch der Begriff der Interferenzfläche einen Sinn. Dieser Betrachtung entsprechend wurden auch die Beobachtungen der Newton'schen Ringe angestellt. Hierauf beschränkt, halte ich auch jetzt noch das frühere Resultat aufrecht. Will man also die verschiedenen Punkte desselben Streifens successive in die Mitte des Gesichtsfeldes bringen, so muss man das Beobachtungsinstrument parallel der Keilkante fortbewegen. Fasst man die verschiedenen Punkte eines grösseren Gesichtsfeldes gleichzeitig ins Auge, so ist noch den obenstehenden Betrachtungen gemäss der Richtungsunterschied der von benachbarten Punkten ausgehenden Strahlen zu berücksichtigen.

Nachschrift. Hr. Feussner hat ganz kürzlich den Widerspruch zwischen seiner Formel und den von mir mitgetheilten Sohncke'schen Beobachtungen dadurch zu heben gesucht, dass durch Hrn. Sohncke's Versuchsanordnungen die Voraussetzungen seiner Theorie nicht erfüllt seien, insofern keine Lichtquelle von genügender Ausdehnung benutzt sei. Dass die Ausdehnung der Lichtquelle auf die Erscheinung von Einfluss sein kann, ist ohne Weiteres zuzugeben. Durch das jedoch, was Hr. Feussner hierüber beibringt, ist die Sache nicht erledigt. Ein näheres Ein-

gehen auf diesen Punkt, sowie überhaupt auf die Auseinandersetzungen des Hrn. Feussner, soweit sie sachlicher Natur sind, behalte ich mir vor.

Hr. **C. Baur,** als Gast anwesend, machte folgende, von Hrn. Helmholtz mit einigen Worten eingeleitete, Mittheilung. Die geschilderten Versuche wurden nach Schluss der Sitzung vorgeführt:

Ein neues Thermoskop.

Edison sprach vor einiger Zeit die Möglichkeit aus, die grosse Veränderlichkeit des elektrischen Leitungswiderstandes mit der Temperatur zu benutzen, um ein Thermoskop zu construiren, viel empfindlicher als die Thermosäule von Melloni.

Am Anfange dieses Semesters stellte mir Hr. Geheimrath Helmholtz die Aufgabe, eine Untersuchung über diesen Gegenstand anzustellen. Mitte Januar dieses Jahres war es mir dann nach vielfachen Versuchen gelungen, ein Instrument herzustellen, das an Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit wenig mehr zu wünschen übrig liess. Um diese Zeit erhielt ich dann Kenntniss von den Arbeiten des Hrn. Langley*), der dieselben Untersuchungen gemacht hat und dessen Instrument im Wesentlichsten mit dem meinigen übereinzustimmen scheint.

Das Princip des neuen Thermoskopes ist sehr einfach. Man denke sich einen Wheatstone'schen Messdraht, auf der einen Seite einen Stromkreis mit einem Galvanometer und auf der andern Seite einen Stromkreis mit zwei dünnen Metallblättchen, die hinter einander geschaltet und durch einen Schirm von einander getrennt werden. Von dem Verbindungspunkte der beiden Blättchen aus geht der Brückendraht, in den eine Batterie geschaltet ist, mit Contact auf dem Messdraht. Verschiebt man diesen Contactpunkt, so findet man auf dem Messdraht eine Einstellung, für welche die Stromstärke im Galvanometerkreise gleich Null ist. Bestrahlt man dann eines der beiden Blättchen, so

---

*) Langley, Sill. J. (3) XXI, 187. 1881; Chem. News XLIII, 6. 1881; Proc. of the Amer. Acad. N. S. V. VIII. Part II. 1881.

entsteht im Galvanometer eine Ablenkung, die man der Intensität der Strahlung proportional setzen darf.

Die beiden Blättchen müssen ganz genau gleichen Widerstand haben. Sie wurden aus Staniol herausgeschnitten und mit Platinchloridlösung geschwärzt. Rauschgold und Goldpapier erwiesen sich als unbrauchbar. Um zwei Blättchen von ganz genau demselben Widerstand zu bekommen, legte ich zwei Staniolstreifen auf einander, dazwischen ein dünnes Papier und schnitt nach einer Schablone die Blättchen heraus. Ich gab ihnen Gitterform mit 1—2 mm Balkenbreite und 0,5 mm breiten Zwischenräumen. Die Blättchen wurden auf einer Holzscheibe so aufgeklebt, dass sie nur am Rande das Holz berührten, in der Mitte aber frei in der Luft lagen. Zwei Enden der beiden Blättchen wurden an eine und dieselbe Klemme, die beiden andern an einzelne isolirte Klemmen gelöthet. Das Ganze wird dann in einen Schutzkasten aus Pappe gestellt, um Luftströmungen sorgfältig zu verhüten. Vor dem Blättchen, das man bestrahlen will, befindet sich ein Deckel, der leicht und schnell mit Schnüren sich auf- und zuklappen lässt.

Die Empfindlichkeit des ersten von mir nach obigen Principien hergestellten Thermoscopes war, wenn die beiden Blättchen einen Widerstand von 9,8 S. E. hatten und 3 Daniell'sche Elemente neben einander in den Brückendraht eingeschaltet wurden, 6mal grösser als die der empfindlichsten Melloni'schen Säule des Institutes. Die Wärmeaufnahme und -Abgabe der Blättchen war so zu sagen momentan, das Instrument ist vollständig zuverlässig und man kann mit ihm überraschend schnell und sicher arbeiten.

Wendet man statt des gitterförmigen Blättchens einen einzigen geradlinigen Streifen an von 0,5—1,0 mm Breite an, so ist es vielleicht möglich, die Fraunhofer'schen Linien auch im Wärmespectrum zu constatiren.

Wer sich schnell von den Vortheilen dieses neuen Thermoscopes überzeugen will, der schlage einen Staniolstreifen von etwa 10—12 cm Länge und 3—4 mm Breite um ein Stück Holz, befestige die Leitungsdrähte daran mit Klemmen und umschliesse

das Ganze mit einem Kasten mit Deckel. In dieser Form ist das Instrument mindestens so empfindlich als eine gute Thermosäule.

Langley hat gefunden, dass Blättchen aus Stahl, Eisen, Platin und Palladium am vortheilhaftesten seien. Die Zahl der zu verwendenden Elemente muss man durch Probiren bestimmen. Wird die Stromstärke zu gross, so erwärmen sich die Blättchen zu stark, es entsteht beim Oeffnen des Deckels ein starker Luftstrom und der Ausschlag wird gefälscht.

Das neue Thermoscop wurde zunächst angewendet zu einer Wiederholung der Melloni'schen Versuche und dann zum Studium des Wärmespectrums, das durch ein Reflexionsgitter erzeugt wurde. Die verschiedenen Spectren liegen übereinander. Das Thermoscop ist so empfindlich, dass man die Strahlung da noch constatiren kann, wo das äusserste gebeugte Licht hinfällt.

Hr. **Helmholtz** zeigte die von Hrn. **Holzmüller** berechneten und elektrochemisch auf Metallplatten fixirten Curven der Vertheilung des Stromes zwischen zwei Elektroden.

No. 5. Sitzung vom 17. März 1882.

Ausgegeben am 29. März.

Vorsitzender: Hr. Du Bois-Reymond.

Hr. **Kayser** trug Folgendes vor:

Ueber die Schallgeschwindigkeit im Holz.

Zufällig kam mir in diesen Tagen eine Untersuchung von Hrn. Magnus C. Ihlseng über die Schallgeschwindigkeit in amerikanischen Hölzern im Amer. J. for Science and Arts, Febr. 1879, in die Hände, an welche ich einige Bemerkungen knüpfen möchte. Die Schallgeschwindigkeit wird auf zwei Weisen von Hrn. Ihlseng bestimmt. Der Holzstab ist in der Mitte eingeklemmt, das eine Ende wird gerieben, so dass er tönt; seine Länge ist dann gleich der halben Wellenlänge, $= \frac{\lambda}{2}$. Die Schwingungszahl n wird

bestimmt 1) indem das zweite Ende des Stabes seine Schwingungen aufzeichnet, und dieselben für eine Sekunde gezählt werden. Damit hat man $v = n\lambda$; 2) indem das zweite Ende nach KUNDT's Methode Staubfiguren in einer Röhre erzeugt; ist dabei die Länge der halben Staubwelle $\frac{l}{2}$, die Schallgeschwindigkeit im Rohre a, so ist $n = \frac{a}{l}$, also das gesuchte $v = a\frac{\lambda}{l}$.

Hr. IHLSENG erhielt für v Zahlen, die um $4000 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ herum liegen, aber nach der zweiten Methode stets grössere Werthe, ohne den Grund hierfür errathen zu können. Ich glaube derselbe ist einfach anzugeben. Leider giebt Hr. IHLSENG sein Beobachtungsmaterial so unvollständig, dass ich nicht sicher weiss, wie er gerechnet hat, glaube aber nach seinen Worten annehmen zu müssen, dass er für a die Schallgeschwindigkeit im freien Raum genommen hat, also etwa $a = 332{,}5$ m. Das durfte er bekanntlich nur, wenn sein Rohr ∞ weit, oder der Ton ∞ hoch gewesen wäre. Andernfalls tritt Verringerung von a durch Reibung und Wärmeleitung auf, und zwar nach KIRCHHOFF nach der Gleichung

$$u - a = \frac{\gamma u}{2r\sqrt{\pi n}},$$

wo u die Geschwindigkeit im freien Raum, a die im Rohre bedeutet, $2r$ der Durchmesser des Rohres, n die Schwingungszahl des Tones ist, endlich γ eine Constante ist, deren Grösse ich früher für Glasröhren zu

$$\gamma = 0{,}0235 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

bestimmt habe.

Hr. IHLSENG giebt den Durchmesser der Röhre an als 19 mm, n lässt sich aus einer seiner Tabellen berechnen, es liegt zwischen 1000 und 2000. Nehmen wir als Mittelwerth $n = 1500$, so wird

$$u - a = 6 \frac{\text{m}}{\text{sec}}, \quad a = 326{,}5 \frac{\text{m}}{\text{sec}}.$$

Während also Hr. IHLSENG nach KUNDT's Methode v hätte berechnen müssen aus $v = 326{,}5 \frac{\lambda}{l}$, hat er genommen $v = 332{,}5 \frac{\lambda}{l}$; für

die mittlere Geschwindigkeit von 4000 m in den Hölzern musste also nach der zweiten Methode der Werth um 73 m zu gross ausfallen. Hr. Ihlseng giebt als Differenz zwischen den Resultaten nach beiden Methoden 61 m an, — gewiss eine genügende Uebereinstimmung, wenn man sieht, dass der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Bestimmungen bei Hrn. Ihlseng 10 m erreicht.

Zum Schluss bemerke ich noch, dass nach meinen Erfahrungen an Glasstäben die graphische Methode für genaue Bestimmungen ganz unbrauchbar ist, da, wie auch Hr. Ihlseng beobachtet hat, der Stab nicht nur longitudinal, sondern gleichzeitig auch transversal schwingt, und daher die Kurven, welche eine Kombination beider Schwingungen zeigen, *n* nur ungenau bestimmen lassen. Nach Kundt's Methode lässt sich eine weit genauere Messung erreichen, als sie sich bei Hrn. Ihlseng findet.

Darauf trug vor Hr. **Th. Gross**:

Ueber Selen und Schwefel.

Da in meinen Experimenten eine Unterbrechung für einige Zeit stattfindet, erlaube ich mir die folgende Anzeige zu machen.

Ein Theil selensaures Kalium, das frei war von durch Schwefelwasserstoff fällbaren Körpern, wurde mit circa dem dreifachen salpetersauren Baryum, oder auch mit einer Mischung von kohlensaurem Kalium und salpetersaurem Baryum, und mit circa dem sechsfachen kohlensauren Baryum, alles von reinster Beschaffenheit, im Platintiegel geschmolzen. Die Masse wurde dann stundenlang mit starker reiner Salzsäure gekocht, diese verdünnt, filtrirt und mit klarer frisch bereiteter Zinnchlorürlösung versetzt. Das dadurch gefällte Selen wurde mit heisser verdünnter Salzsäure ausgewaschen, bis diese mit Schwefelwasserstoff keine Trübung gab, und dann mit Wasser: es bestand aus dunkelbraunen weichen Flocken, und färbte sich auch bei anhaltendem Erhitzen mit Wasser nicht schwarz. An der Luft scharf getrocknet, und dann im Wasserstoffstrom geglüht, hinterliess es einen beträchtlichen schwarzen Rückstand, der mit Königswasser ausgekocht

4*

und vollständig ausgewaschen wurde. Das hierbei ungelöst bleibende schwarze Pulver betrug nach dem Trocknen trotz mancher Verluste circa 1 pCt. des durch Zinnchlorür gefällten Niederschlages. Eine Probe dieses schwarzen Pulvers gab, nochmals mit Königswasser gekocht, an dasselbe keinen durch Schwefelwasserstoff fällbaren Körper ab.

Die Versuche wurden mit circa 3 grm selens. Kalium angestellt.

Die so erhaltene schwarze Substanz wurde mit kohlensaurem Kali-Natron im Platintiegel geschmolzen. Bei der Behandlung der Schmelze mit Wasser blieb ein weisses Salz ungelöst, das sich in Salzsäure löste. Die klare salzsaure Lösung gab mit überschüssigem Ammoniak oder Natron erwärmt, einen weissen flockigen Niederschlag, wenn sie nicht zu verdünnt war. Im letzteren Falle wurde zur Trockniss und bis zur theilweisen Sublimation des Salmiak erhitzt, wobei sich braune Flocken in der Salzmasse abschieden. Diese sowohl wie die durch Natron und Ammon erhaltenen Niederschläge gaben bei ganz eisenfreien Materialien mit verdünnter Salzsäure gelbe Lösungen, die im Wasserbade eingedampft, eine gelbe Salzrinde hinterliessen, die sich leicht wieder in Wasser löste, und stärker erhitzt, röthlich braun wurde. Im Reductionstiegel im Wasserstoff geglüht, gab dieses Salz wiederum die schwarze Substanz. In feuchtem Chlorgase geglüht, gab letztere eine rothbraune im Chlorstrom flüchtige, und später eine weisse nicht flüchtige bei starker Gelbgluth des Tiegels nicht geschmolzene Verbindung. Beide Chlorverbindungen lösten sich nicht in Königswasser.

Nach diesem Verhalten muss ich die so gewonnene Substanz für identisch mit der von mir schon beschriebenen schwarzen Substanz halten.

Die schwarze Substanz lässt sich auch ohne vorherige Fällung mit Zinnchlorür erhalten, wie das analoge Experiment mit Schwefel zeigte. Es wurde schwefelsaures Kalium mit salpetersaurem Baryum und kohlensaurem Kalium, alles chemisch rein, geschmolzen, und die Schmelze mit Salzsäure ausgekocht. Eine Probe der filtrirten Lösung gab mit Zinnchlorür keine Fällung.

Der nicht mit Zinnchlorür versetzte Theil der Flüssigkeit gab mit Ammoniak im Ueberschuss versetzt und erwärmt, einen weissen flockigen Niederschlag. Derselbe wurde in Salzsäure gelöst, und die Lösung im Wasserbade zur Trockniss eingedampft. Die zurückbleibende Salzmasse blieb einige Tage unter absolutem Alkohol stehen, mit dem sie wiederholt erwärmt wurde.

In dem dann abfiltrirten gelb gefärbten Alkohol erfolgte auf Zusatz von Aether keine Fällung. Nach dem Verdampfen des Alkohol hinterblieb eine gelbe Salzmasse, die im Wasserstoff geglüht, eine schwarze Substanz gab, die sich gegen Chlor ganz wie die oben bei Selen beschriebene verhielt.

Der relative Ertrag ist geringer als bei Selen. Nähere Angaben bleiben vorbehalten.

Bei dieser Gelegenheit sei noch erwähnt, dass, wie ich schon vor einigen Jahren beobachtete, Schwefel in der Nähe seines Siedepunktes den galvanischen Strom leitete, so dass ein empfindliches Spiegelgalvanometer eine dauernde Ablenkung von mehreren Skalentheilen zeigte. Am Lippmann'schen Capillar-Elektrometer wurde auch ein depolarisirender Strom beobachtet.

Diese Versuche wurden in Verbindung mit solchen über Glas, Glimmer und andere Isolatoren angestellt, und sollen in diesem Zusammenhange wiederholt und weiter geführt werden.

Hr. **B. Schwalbe** trug vor:

Beobachtungen an einigen Eishöhlen.

In einer früheren Abhandlung (Verhandlungen der geogr. Gesellschaft zu Berlin 1881 März) hatte ich die wichtigsten Daten über Eishöhlen, so weit sie mir aus der Litteratur bekannt waren, zusammengestellt und einige Beobachtungen an der Rother Eishöhle (Eifel) und an den Eisbildungen in den Geröllen des Westerwaldes hinzugefügt. Inzwischen sind mir neue Notizen über die Eisansammlungen in den böhmischen Basalten und eine Mittheilung über neue Eishöhlen, die bis jetzt noch nicht beschrieben sind, bei Znaim, ganz besonders dadurch merkwürdig, dass sie sich im Gneis befinden, von Hrn. Prof. Jarz zugegangen.

Derselbe wird seine Untersuchungen hierüber veröffentlichen*) cf. Petermann Mitth. 1882, H. 3. Da meiner Ansicht nach eine vollständige Erklärung des Phänomens bisher nicht gefunden ist, versuchte ich zunächst durch Erweiterung der Anschauung mir Material zu verschaffen und besuchte die drei ungarischen Eishöhlen in von Demanova, Dobschau und Szilicze und eine sehr bekannte Steiermark, die Eishöhle in der Frauenmauer bei Eisenerz. Die Eisansammlungen in den böhmischen Basalten so wie die berühmte Eishöhle von Skeresora in Siebenbürgen konnte ich aus Mangel an Zeit nicht, meiner ursprünglichen Absicht gemäss, untersuchen. Indem ich auf das Geographische und die Beschreibung der Eishöhlen, von denen die von Szilicze in den letzten Jahren gar nicht mehr besucht ist und kaum von den Einwohnern der nächsten Orte noch gekannt wurde, nicht eingehe, so manches physikalisch Interessante sich auch dabei anknüpfen lässt, resumire ich die Beobachtungen.

In allen diesen Eishöhlen findet sich die Hauptbildung des Eises am Boden und an den Seitenwänden, das herabtropfende Wasser liefert die Eiskruste, das hervorsickernde Wasser erstarrt öfters sofort zu Eiströpfchen oder bildet auch stalaktitische Gestalten, an den Orten der Eisbildung selbst herrscht kein Luftzug, die Temperatur der Luft ist wenig über Null, die Luft gesättigt mit Wasserdampf, der sich an den festen mit Eis überzogenen Körper in den verschiedensten Formen ansetzt, die Temperatur in einzelnen Spalten ist unter Null. Alle diese Höhlen liegen im Kalkstein. Die Lage der Oeffnung ist nicht bedingend; in einzelnen Fällen ist dieselbe sehr weit bis 50′ hoch.

Die Eishöhle von Demanova (bei Liptos Sz. Miklos) liegt an einem steilen Abfall ungefähr 150′ über der Thalsohle am Fusse eines senkrechten hohen Kalkfelsens. Der Eingang der Höhle, durch welchen man in dieselbe gelangt, ist frei, den Sonnenstrahlen

---

*) Auch bei Landl (Kronprinz Rudolfs Bahn) ist im vorigen Jahre eine Eishöhle entdeckt. Zur Litteratur die in der oben citirten Abhandlung zusammengestellt ist, ist hinzuzufügen eine Eishöhle in der Bielgruppe (Tourist I, No. 3), von der berichtet wird, dass die herabfallenden Tropfen am Boden gefrieren.

ausgesetzt, nach W-SW, gleich rechts daneben mündet ein zweiter Eingang, der sich noch mehr nach Süden öffnet. Vor der Höhle betrug die Temperatur (8 h 35 m morgens) 12° C., im Thale 15° C. (23/7). Der Eingang ist 2,5 m hoch und bis 6 m breit. Gleich hinter dem Eingange senkt sich die Höhle bedeutend, und man gelangt an der tiefsten Stelle in einen kuppelartigen Raum, von dem aus die weiter fortführende Tropfsteinhöhle in einem 30′ hohen Abhange emporsteigt. Dieser Abhang ist ganz mit Eis überzogen, ebenso fanden sich Säulen (20′ hoch bis 3′ dick), Vorhänge, Stalaktiten u. s. w. Die Bildungen an der Decke sind wenig bedeutend. Es findet sich kein fliessendes Wasser oder sonst irgend ein Abzugskanal. Die Kälte war nicht sehr empfindlich, da die Luft sehr feucht war, denn das trockne und feuchte Thermometer zeigten in ihrer Stellung keinen Unterschied (2°). In der Vorderhöhle war die Temperatur 4°. In der Tropfsteinhöhle fanden sich keine Eisbildungen mehr, aber auch äusserst spärliches Sickerwasser; im Frühjahr, wo dieses zunimmt, soll das Eis auch in diese Höhle hineinwachsen. In den Spalten des Felsen war die Temperatur 0,1—0,5 so dass die Abkühlung vom Felsen vom Innern des Berges aus vor sich geht. Das Eis sitzt dem Felsen fest an. Auch bei dieser Höhle ist das Eis z. Th. in einem eisfreien Winter entfernt worden und hat sich dann aufs Neue im Frühjahr gebildet. Die Erklärung, welche sich die Leute geben, entspricht der äusseren Anschauung, dass das Eis durch Durchsickern selbst aus dem Berge herauskomme. Ein Luftzug war in der Höhle selbst gar nicht zu merken.

Die Eishöhle von Dobschau, von Krenner ausführlich beschrieben, ist viel ausgedehnter und mit erstaunlichen Eismassen angefüllt. Die Oeffnung liegt an der Mitte eines bewaldeten Abhanges nach NNO und senkt sich gleich ziemlich steil nach unten. Schon unmittelbar am Eingang, wenige Schritte von dem freien der Sonne ausgesetzten Platze finden sich Eisbildungen. Das Wasser tropft aus dem Felsen hervor auf eine Wand von Tannenreisig, die neben der Eingangsthür angebracht ist, um den Eintritt zu verwehren; überall bildet dieses Wasser Eiszapfen, die an dem Reisig herunterhängen und kann man die Erstarrung der

Tropfen sehr gut verfolgen (überkältetes Wasser). Der Eingang ist circa 2 m hoch und breit, wenn man von niedrigen Stellen absieht. Die Luft vor der Höhle hatte 16°,4 C. trocknes Thermometer und 11,5° feuchtes Thermometer, am Eingang selbst gaben das trockene Thermometer 1,3, das feuchte 1°, aber schon innerhalb des Einganges standen beide vollständig gleich 1°. Auch hier zeigte sich, dass man die niedrige Temperatur nur wenig empfand, dass nicht der geringste Luftzug zu bemerken war, dass die Eisbildungen am Boden durch das herabträufelnde Wasser und von den Wänden aus vor sich ging. Die Luft in den Spalten betrug 0,0 bis 0,2°. Die Lufttemperatur in der Höhle selbst wurde niedriger gefunden als bei KRENNER. Die in der Höhle aufgestellten Thermometer waren z. Th. nicht brauchbar und wies sich der Führer unfähig die Beobachtungen zu machen. Nach meinen Beobachtungen war die Luft 0,25, 0,15 und 1,29°, wobei freilich eine Messung in der Mitte der eingeschlossenen Luftmasse nicht gemacht werden konnte. KRENNER giebt 5° im Sommer. Unterschiede im Stande des trocknen und feuchten Thermometers auch beim längeren Schleudern des Letzteren wurden nicht wahrgenommen. Die Temperatur des herabträufelnden Wassers wurde unter Null —0,2 gefunden. Die Art der Eisbildungen ist äusserst manchfaltig. Abgesehen von der häufig auftretenden Perlbildung unmittelbar an den Felsen, den festen compakten Eismassen am Boden finden sich scheinbare Schichten, in denen Luftblasen eingeschlossen sind, oder auch krystallinisch prismatische Absonderungen. Die Eismassen haben z. Th. solche Dimensionen, dass sie 40 Fuss Höhe und mehrere Meter Stärke erreichen, ganze Tunnel u. s. w. in ihnen ausgehauen werden konnten.

Eigenthümlich scheint auch das gletscherartige Vordringen des Eises aus dem Berge an einer Stelle der obern Höhle. Besonders bemerkenswerth sind die an den Treppengeländern, Holzpfählen u. s. w. sich findenden Eisbildungen. Die Stufen sind vergletschert und an der untern Seite der Geländerarme finden sich regelmässig ausgebildete Eiskrystalle, die auf einer Eiswand in der obern Höhle sich in grösster Pracht gebildet haben, sechs-

seitige Tafeln bis Zollgrösse in den manichfaltigsten Krystallaggregationen. Da diese Krystalle sich an der untern Seite, bei den verticalen Säulen seitlich bilden, scheint es, als ob sie aus dem Wasserdampf, der die Höhle füllt, hervorgegangen wären. Dass das Sickerwasser in der That die Hauptrolle spielt, geht noch daraus hervor, dass als bei einer starken Eissäule, die mächtig anwuchs, das Sickerwasser aufhörte, das Anwachsen nachliess; übrigens sind in der kurzen Zeit weniger Jahre Neubildungen von Eissäulen beobachtet. Die Abschmelzung im Sommer ist nur gering. Der am Ende der Höhle befindlichen schluchtartigen Fortsetzung kann ich keinen Einfluss auf die Bildung zuschreiben, auch fehlt diese bei der Eishöhle von Demanova. Um von der Grösse der Eisbildungen eine Vorstellung zu geben, führe ich an, dass die gesammte Eismasse auf 120,000 cbm geschätzt wird, die mit Eis bedeckte Fläche 7171 qm umfasst und sich bis 15 m hohe Eiswände finden.

Ganz andere Verhältnisse bietet die Eishöhle von Sziliez (südlich von Dobschau), die auch in ähnlichem porösem Kalkgestein liegt. Sie findet sich auf einem Kalkplateau, das ausserordentlich zahlreiche schöne Dollinen zeigt bei Pelschütz (Pelsöcz). Die Kalksteinwand fällt an der einen Seite der Dolline steil ab und am Fuss dieses Absturzes öffnet sich eine grosse bis 20 m hohe Grotte, in der schon die Eisbildung vor sich geht (fast nach N-NNO gewandt); vor dem zuerst schwach geneigten Eingange ist niedriges Gestrüpp. Da hier eine Communication mit der Aussenluft in hohem Grade stattfindet, sind die zugänglichen Eisbildungen wenig bedeutend, der abschüssige Boden ist mit einer dicken Eiskruste überzogen, auch findet sich Perleis und einzelne Eissäulen. Im Frühjahr soll die Eisbildung eine ausserordentlich mächtige sein, während im Winter kein Eis vorhanden sein, sondern warme Luft den Raum anfüllen soll. Die Grotte verengt sich sehr schnell und mündet in einen jähen vereisten Absturz, in den sich noch Niemand hinabgewagt hat; wegen der Glätte des Eises ist es schwer thunlich, bis an denselben heranzutreten. Auch hier war die Luft in den Felsspalten (auch in den höher gelegenen) 0°, an der tiefsten Stelle der geräumigen Grotte

hatte die Luft 1°, das Tropfwasser 0,0 bis 0,7, an der Stelle wo man aus der Grotte heraustritt, so dass man freien Himmel über sich hat, zeigt die Luft 6°. Es war Mittag (12 h) und zeigte das Thermometer im Schatten 18° C. (29. Juli). In einer kleinen Seitenhöhle von 3 m Tiefe war die Luft 2° warm, also ein Zeichen, dass auch in den Stellen neben der Höhle bedeutende Abkühlung des Bodens vorhanden war.

Die vierte Eishöhle, die ich besuchte, war die am Gsollgraben in Steiermark bei Eisenerz in der sogenannten Frauenmauer, die öfters beschrieben ist. Diese ist dadurch merkwürdig, dass sie zwei Oeffnungen an entgegengesetzter Seite der Bergwand besitzt; aus der untern fällt fortwährend ein kalter Luftstrom in das Thal hinab, den man bei Besteigen der Felswand deutlich empfindet. Die Eisbildungen finden sich nicht im Hauptkanal der Höhle, sondern in einer seitlichen Vertiefung. Am Eingang waren 7°. Die Lufttemperatur in der Eisgrotte 1,7—2°, am Felsen 0,5, das Wasser hatte 0,0°, also ganz ähnliche Verhältnisse wie die früheren. Im Frühjahr ist die Eisbildung ausserordentlich mächtig, im Winter minimal, auch hier keine besondere Abzugskanäle, doch gehen von der Eishöhle aus noch einige tiefe Schluchten in den Berg hinein.

Alle diese Beobachtungen haben mir bestätigt, dass der Sitz der Abkühlung der Boden selbst sei, dass die Ansammlung von kalter Luft, aus dem Winter herstammend, die Erscheinung nicht erklärt, ebenso wenig wie die Verdunstung und der Luftzug. Wollte man selbst diese heranziehen, was nach obigem nicht gut möglich ist, so setzt diese Erklärung immer voraus, dass vorher das Wasser sehr stark abgekühlt ist, und dies geschieht offenbar durch den Sickerprocess, denn wo dieser aufhört, schwindet die Erscheinung. Auch würde die Verdunstung nicht erklären, wie die niedrige Bodentemperatur herborgebracht wird, denn in andern Höhlen ist die Bodentemperatur (und die der Luft) 7—8°. Auch finden sich Eishöhlen, deren Mündung nach aufwärts steigt und die Eisbildung sich an einem Orte findet, der höher liegt als der Eingang. Die ganze Erscheinung macht den Eindruck als ob das Wasser überkältet aus

dem Gestein heraustritt und beim Auffallen erstarrt; ich werde eine weitere Ausführung dieser Theorie an anderer Stelle zu geben versuchen. Dass die Bedingungen, unter denen der Sickerprocess diese höchst merkwürdige Erscheinung hervorbringt, noch aufzuklären sind, ist selbstverständlich; wie weit bei Eisbildung in Basalten und Geröllen, überhaupt der Luftzug eine Rolle spielt, ob er das die Erscheinung veranlassende ist, mag dahingestellt bleiben, Untersuchungen an den böhmischen und thüringischen Geröllablagerungen werden dies nachweisen.

No. 6. Sitzung vom 31. März 1882.

Ausgegeben am 18. April.

Vorsitzender: Hr. Du Bois-Reymond.

Hr. **H. W. Vogel** trug vor:

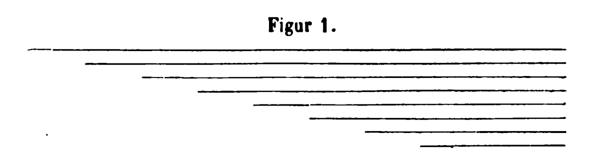
Ueber ein Photometer zur Messung der chemischen Wirkung des Lichts.

Zur Messung der chemischen Lichtwirkung sind sehr verschiedene Methoden in Vorschlag gebracht worden, unter denen nur eine allgemeinere wissenschaftliche Anwendung erlangt hat, d. i. die Bestimmung der chemischen Lichtintensität durch die Zeit, welche nöthig ist, einem mit Chlorsilber präparirten lichtempfindlichen Papier eine bestimmte Färbung zu ertheilen. Diese von Bunsen und Roscoe angegebene Methode ist bereits von verschiedenen Beobachtern in verschiedenen Breiten mit Erfolg verwendet worden nnd ist auf mehreren meteorologischen Stationen in England constant in Anwendung. Dieselbe zeigt aber einen sehr wesentlichen Uebelstand, d. i. die geringe Lichtempfindlichkeit des betreffenden Papiers. Roscoe erklärt auf Grund von Beobachtungen mit diesem Material, dass die directen Sonnenstrahlen keine chemische Wirkung mehr zeigen, wenn die Sonne tiefer als 12°58′ stehe. Diese Angabe steht im Widerspruch mit der oft beobachteten Thatsache, dass selbst im Momente des

Sonnenuntergangs Momentphotographien der Sonne aufgenommen werden können, also eine sehr entschiedene chemische Wirkung der directen Sonnenstrahlen selbst bei 0 Grad Sonnenhöhe vorhanden ist, und dass bei diesem tiefen Sonnenstande das Spektrum der Sonne, obgleich es sich im Violett erheblich verkürzt erweist, selbst mit dem blossen Auge noch blaue und indigofarbene d. h. photographisch wirksame Strahlen erkennen lässt.

Ausser dem ROSCOE'schen Instrumente existiren noch andere, nach einem ganz abweichenden Princip construirte, welche in der photographischen Praxis Anwendung gefunden haben. Dieselben enthalten eine halbdurchsichtige Skala aus einzelnen terrassenförmigen Lagen eines durchscheinenden Materials — z. B. Papier — gebildet (s. Figur 1). Ein Streifen lichtempfind-

Figur 1.



lichen Papieres, unter solcher Skala belichtet, färbt sich unter den dünneren Stellen derselben zuerst und schreitet die Färbung nach den dickeren hin um so rascher fort, je stärker das Licht ist. Auf den einzelnen Stufen des terrassenförmigen Streifensystems sind schwarze Zahlen aufgedruckt, die das Licht zurückhalten und daher bei der Färbung des Papiers weiss bleiben. Man erkennt deshalb die Stelle, bis zu welcher die Lichtwirkung fortgeschritten ist, an der daselbst erschienenen Zahl. Ich construirte ein solches, vielfach in der praktischen Photographie angewendetes, Instrument 1867 (s. Berichte der deutsch. chem. Gesell. 1867).

Neuerdings hat WARNEKE in London ein ähnliches Instrument aus gefärbten Gelatinschichten gebildet. Die Helligkeit unter solchen halbdurchsichtigen Streifensystemen ist, falls die ursprüngliche Stärke des auffallenden Lichts $= 1$ und die Stärke nach Durchgang durch einen Streifen $= \frac{1}{n}$ ist, nach dem

Durchgang durch x Streifen $\frac{1}{n^x}$ und bilden demnach die Lichtstärken, welche nach dem Durchpassiren durch $1.2.3.4 \ldots x$ Streifen übrig bleiben, d. i.

$$\frac{1}{n} : \frac{1}{n^2} : \frac{1}{n^3} : \frac{1}{n^4} \cdots \frac{1}{n^x}$$

eine geometrische Reihe. Ist z. B. n gleich 5, so ist das Verhältniss der Lichtstärken 1:5:25:125 etc. Die Grade steigen deshalb sehr beträchtlich an, namentlich in den oberen Zahlen, so dass man damit Helligkeitsverhältnisse, deren Quotient kleiner ist als n, nicht genau bestimmen kann.

Ferner haben diese Photometer (besser Aktinometer genannt) den Uebelstand, dass sie wegen der in der Regel gelblichen Färbung der Skala das Licht nicht nur schwächen, sondern auch in seiner Qualität verändern.

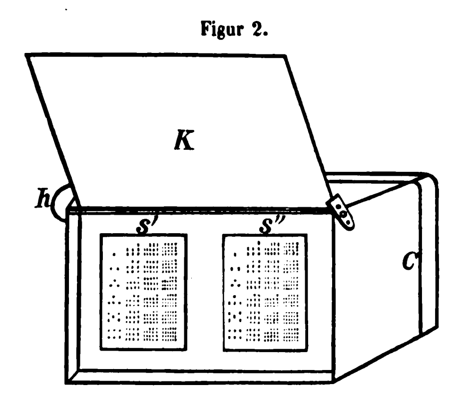
Ich stellte mir deshalb die Aufgabe, ein Aktinometer zu construiren, welches empfindlicher ist als das ROSCOE-BUNSEN'sche Photometer, im Princip der Construction meines älteren Photometers ähnelt, jedoch eine Skala besitzt, bei der die Helligkeitsgrade nicht im geometrischen, sondern im arithmetischen Verhältniss zunehmen und welche keine Veränderung der Qualität des Lichts durch Absorption bewirkt.

Solches wurde möglich einerseits durch Anwendung der sehr empfindlichen Gelatintrockenplatten, bei welchen selbst eine sehr kurze anfänglich unsichtbare Lichtwirkung durch nachherige „Entwickelung" sichtbar gemacht wird, anderseits durch Anwendung einer Diaphragmenskala, wie sie A. TAYLOR bereits 1869 vorschlug*).

Diese Skala besteht aus einer dünnen Metallplatte, siehe (Figur 2) die auf einen Holzblock mit 24 cylindrischen, innen geschwärzten Röhren geschraubt ist. In diese Platte sind Löcher gebohrt in der Art, dass über dem ersten Rohr sich ein Loch befindet, über dem zweiten zwei, über dem dritten drei und so fort bis 24.

*) S. Photogr. Mittheil. V, 284.

Figur 2.



Steht ein solches Instrument einer breiten völlig gleichmässig erleuchteten Fläche gegenüber, so ist offenbar die Helligkeit am Grunde der Röhren proportional der Anzahl der Löcher. Das directe und gebeugte Licht summiren sich hierbei. Sind die Röhren hinreichend lang, so dass die schief durch die Oeffnungen gehenden Strahlen nur einen kleinen Winkel mit den senkrecht durchgehenden bilden, so kann die Helligkeit an allen Punkten der Röhrenbasis als gleich angenommen werden*).

Die Röhren sind an ihrem unteren Ende durch eine zweite Blechplatte geschlossen, in der Nummern eingeschnitten sind, welche die Zahl der über der Röhre befindlichen Oeffnungen angeben. Hinter diese Nummerplatte kommt die lichtempfindliche Platte zu liegen. Zum Einlegen derselben ist die Hinterseite des Instruments *c* ähnlich einer photographischen Cassette construirt.

Die Vorderseite enthält eine Klappe *KA* die mit Handgriff *h* gedreht werden kann. Behufs Belichtung stelle ich das Instrument in genau 1 Meter Entfernung einem durch ein kleines Fenster mit Himmelslicht völlig gleichmässig erleuchteten Reissbrett gegenüber das mit einem Bogen photographischen „Rohpapieres“, (das weisseste Material, welches im Handel existirt und sehr gleichmässig geliefert wird) bespannt ist, und belichte durch Aufheben der Klappe. Dann wird die Platte nach einer der herkömmlichen photographischen Methoden entwickelt, und nach gründlicher Waschung unfixirt bei kräftigem Lampenlicht

*) Bei dem von mir konstruirten Instrument sind die 1 cm breiten Röhren 10 cm tief. Der grösste Winkel, den der senkrecht durchgehende Strahl mit den schief durchgehenden bilden ist $2^0 50'$. Der Querschnitt der Oeffnung Q in der Richtung der letztgedachten Strahlen würde demnach $Q . \cos 2^0 50$ sein; $\cos 2^0 50$ ist aber 0,9982, daher $O \cos 2^0 50$ nahezu gleich Q.

vor dem man jedoch das beobachtende Auge zu schützen hat, betrachtet. Natürlich sind die hohen Zahlen am deutlichsten kennbar; nach den niederen Zahlen hin nimmt die Deutlichkeit ab; man erkennt aber leicht bei einiger Uebung die niedrigste noch eben sichtbare Nummer.

Belichtet man zwei Platten derselben Art zu verschiedenen Zeiten aber mit gleicher Expositionsdauer, so geben die niedrigsten erschienenen Zahlen das umgekehrte Verhältniss der beobachteten chemischen Lichtintensitäten an.

Bedingung für Anwendung dieses Instruments ist der Besitz einer Anzahl gleichmässig empfindlicher Platten. Die von ein- und denselben Posten „Gelatinemulsion" gefertigten Platten können nun als gleichmässig gelten; dagegen ist es sehr schwer, verschiedene Posten Emulsion von völlig gleicher Empfindlichkeit herzustellen.

Um diese Fehler zu eliminiren, habe ich das Instrument mit Doppelskala konstruirt (s. Figur 2), so dass man darin gleichzeitig 2 Platten exponiren kann. Ist man im Begriff einen neuen Posten Platten zu benutzen, so exponirt man eine der neuen Platten neben einer der älteren und entwickeln beide gemeinschaftlich. Man erkennt dann aus den erschienenen Zahlen das Verhältniss der Empfindlichkeiten beider Plattensorten und ermöglicht dadurch die Vergleichbarkeit der mit beiden gewonnenen Resultate.

Als Normallichtquelle, auf welche alle Beobachtungen reducirt werden können, ist Magnesiumdrath verwendbar. Man verbrennt 1 gr desselben in 1 Meter Entfernung von dem oben genannten Schirm, während das offene Photometer dem letzteren zugekehrt ist und notirt die dadurch erschienene Zahl.

Dividirt man diese Zahl durch die Zahlen, welche sich bei Lichtstärkenbeobachtungen mit diesem Instrument ergeben, so erhält man diese Lichtstärken ausgedrückt in Grammen brennenden Magnesiums.

Nothwendig ist bei diesen Beobachtungen völlige Gleichmässigkeit in der Temperatur und Zusammensetzung des Entwicklers.

Vorliegendes Instrument wurde von Hrn. Stegemann, Oranienstrasse 151 Berlin in sehr exakter Weise angefertigt.

Hr. Dr. **Frölich** referirte über Untersuchungen über dynamoelektrische Maschinen, deren Resultate im Wesentlichen in der elektrotechnischen Zeitschrift, Februar- und Märzheft 1882, veröffentlicht sind.

No. 7. Sitzung vom 28. April 1882.

Ausgegeben am 10. Mai.

Vorsitzender: Hr. Röber.

Hr. **Braun** weist einen Apparat vor zur Bestimmung der Entzündlichkeitstemperatur des Petroleums.

Hr. **Thiesen** trug vor:

Ueber den Einfluss der Erdrotation auf die Ablenkung der Geschosse.

Es ist seit langem bekannt, dass Geschosse eine seitliche Ablenkung von ihrer ursprünglichen Richtung resp. der Richtung der Geschützaxe zeigen, und auch dass diese Abweichung bei den heute gebräuchlichen Geschützen, welche durch ihre Züge dem Geschosse eine Rechts-Drehung ertheilen, nach rechts hin stattfindet. Die Ursache dieser Erscheinung wird in der vereinten Wirkung der Rotation des Geschosses und des Luftwiderstandes resp. der Luftreibung gefunden; eine von den früheren Annahmen abweichende Erklärung der Wirkungsweise dieser Ursachen ist neuerdings von Kummer gegeben.

Hier soll eine andere Ursache der Abweichung erörtert werden, deren Gesetze im Gegensatze zu der oben erwähnten auch quantitativ leicht zu verfolgen sind: die Axendrehung der Erde. Führt man ein lokales, mit der Erde, welche als Rotationskörper vorausgesetzt wird, bewegliches, rechtwinkliges Coordinatensystem

ein, derart, dass h die Ordinate in der der Richtung des Lothes entgegengesetzten Richtung, s und o die Ordinaten in der Richtung nach Süden und nach Osten bezeichnen und deutet man die Differentiation nach der Zeit durch Indices an, so lassen sich leicht durch Transformation eines festen Coordinatensystems in das bewegliche die folgenden Gleichungen ableiten, welche den Gleichungen 11) in der neunten Vorlesung von KIRCHHOFF's Mechanik entsprechen, und die scheinbare Bewegung eines frei sich bewegenden Punktes darstellen:

$$h'' = H + 2\omega o' \cos\varphi,$$
$$s'' = S + 2\omega o' \sin\varphi,$$
$$o'' = O - 2\omega(h' \cos\varphi + s' \sin\varphi).$$

H, S und O sind hier die Componenten derjenigen Kräfte, welche auf einen ruhenden Körper am Orte des betrachteten wirken und welche sich aus der Attraction der Erde und der sog. Centrifugalkraft zusammensetzen, φ bezeichnet die nördliche geographische Breite des Anfangspunktes der Coordinaten, ω die Winkelgeschwindigkeit der Erde.

Wir betrachten nun nur diejenigen Kräfte, welche von der Bewegung des Körpers unter dem Einflusse der Erdrotation abhängen und sehen die Grössen h', s', o' in den Ausdrücken dieser Kräfte als gegeben an. Zunächst ergiebt sich dann aus den beiden letzten Gleichungen, wenn man von der Bewegung im verticalen Sinne absieht, eine den Körper bei jeder Bewegungsrichtung desselben in allen nördlichen Breiten nach rechts in südlichen Breiten nach links ablenkende Kraft von der Grösse $2\omega x' \sin\varphi$, wenn x' die horizontale Geschwindigkeit des Körpers bezeichnet. Als Grösse der Ablenkung selbst ergiebt sich durch zweifache Integration nach der Zeit, wenn man in erster Annäherung x' als constant ansieht,

$$\omega \sin\varphi . xt \quad \text{oder auch} \quad \omega \sin\varphi \frac{x^2}{x'},$$

wo x den durchlaufenen Weg, t die dazu nöthige Zeit bezeichnet. Da in der Breite von Berlin $\omega \sin\varphi = 0{,}000058$ ist, so würde z. B. bei einer Entfernung des Zieles von $x = 7000$ m und einer Dauer des Schusses von $t = 20$ sec die Ablenkung 8 m betragen.

Doch dürfte diese Annäherung in der Regel nicht ausreichen, ein viel grösserer Werth der Ablenkung ergiebt sich, wenn man die Abnahme der Geschwindigkeit mit der Zeit, wie sie durch den Luftwiderstand bedingt ist, einführt, in dem strengen Ausdrucke

$$2\omega \sin\varphi \int_0^t x\,dt.$$

Ein populärer Beweis für die ablenkende Kraft bei horizontaler Bewegung ist vom Vortragenden in der Zeitschr. d. ö. Ges. f. Met. 1879 gegeben und dort auch auf die Wichtigkeit des Gesetzes für die Ballistik hingewiesen.

Das bisher unbeachtet gelassene Glied, welches die senkrechte Geschwindigkeit h' in der letzten Gleichung enthält, lässt sich in erster Annäherung dadurch berücksichtigen, dass man annimmt, die Bewegung im verticalen Sinne erfolge wie in dem luftleeren Raum. Man findet dann, wenn das Ziel in der Horizontalebene des Geschützes liegt, eine von der Richtung des Schusses unabhängige Ablenkung nach Westen, welche mit $\cos\varphi$ proportional, also am Aequator am grössten ist. Doch ist die Grösse dieser Ablenkung in den meisten Fällen wesentlich kleiner als die oben besprochene und muss bei Berücksichtigung des Luftwiderstandes noch kleiner werden.

Der experimentelle Nachweis der seitlichen Abweichung der Geschosse in Folge der Erdrotation würde einen neuen Beweis der Axendrehung der Erde analog den Beweisen durch Benzenberg's Fallversuche und Foucault's Pendel liefern. Man würde diese Ablenkung von den durch andere zufällig oder gesetzmässig wirkende Ursachen bedingten dadurch trennen und also den Beweis führen können, wenn dasselbe Geschütz in möglichst hohen nördlichen und südlichen Breiten angewandt würde. Der Vortragende glaubt, dass die Ausführung dieses Experimentes positive Resultate geben müsste.

No. 8. Sitzung vom 2. Mai 1882.
Ausgegeben am 25. Mai.
Vorsitzender: Hr. Du Bois-Reymond.

Hr. **H. Hertz** trug vor:

Ueber die Härte der Körper.

Ein absolutes Maass für die Eigenschaft, welche wir Härte nennen, ist bisher nicht angegeben worden; man definirt dieselbe gewöhnlich als die Festigkeit, welche die Körper dem Eindringen von Spitzen entgegenstellen und begnügt sich, in derselben eine nur dem Mehr und Weniger nach angebbare Eigenschaft zu sehen. Bei den wenigen quantitativen Versuchen maass man sie durch das Gewicht, welches nöthig war, eine individuelle Spitze eines sehr harten Körpers in gegebener Zeit bis zu gegebener Tiefe in das zu untersuchende Material einzutreiben.

In einer Arbeit, die im XCII. Bande des Journals für reine und angewandte Mathematik gedruckt ist, hat der Vortragende die Spannungen berechnet, welche an der Berührungsstelle fester elastischer Körper auftreten. In die Klasse dieser Spannungen fallen auch diejenigen, welche unter Spitzen entstehen. Die Theorie zeigt nun, dass die Spannungen in solchen Druckstellen verschieden sind je nach der Gestalt der kleinen Ellipse, welche die Berührungsfläche bildet; dass also eine exacte Definition der Härte sich nicht gleichzeitig auf alle Arten von Berührungen und auf alle Spitzen beziehen kann. Dagegen zeigt sie, dass für eine und dieselbe Gestalt der Druckellipse und dasselbe Material die Vertheilung der Spannungen eine geometrisch ähnliche ist, welches nun auch die absolute Grösse der Druckfläche und des Gesammtdrucks, die Gestalt der sich berührenden Oberflächen und die Elasticitätsconstanten des zweiten Körpers sind. Eine exacte, mögliche — nicht die einzig mögliche, aber die nächstliegende — Definition für die Härte ist daher die folgende: Die Härte ist die Festigkeit, welche ein Körper denjenigen (bekannten) Spannungen entgegensetzt, welche in ihm in der Nähe einer kreisförmigen Druckstelle auftreten. Eine Festigkeit können wir uns allgemein nur gemessen denken durch diejenigen Kräfte oder

Dilatationen, welche einen Körper eben bis zur Elasticitätsgrenze beanspruchen, diese Bestimmung passt gleichmässig auf spröde und auf plastische oder ductile Körper, da es ihr gleichgültig ist, ob die Ueberschreitung im Entstehen eines Sprunges oder in einer Annäherung an den zähflüssigen Zustand besteht. Dies zugegeben, wird man die folgende Maassbestimmung als eindeutig, im Einklang mit der vorigen Definition, und als passend auf alle Körper erfinden: Die Härte eines Körpers wird gemessen durch den Druck auf die Flächeneinheit, welcher im Mittelpunkt einer kreisförmigen Druckfläche herrschen muss, damit in einem Punkte des Körpers eben die Elasticitätsgrenze erreicht werde. Dies Maass hat den Vorzug, sich nicht auf eine individuelle Spitze zu beziehen; es ist ferner ein absolutes, da zur Bestimmung der Härte eines Materials die Berührung zweier Körper aus diesem Material dienen kann, ein härteres also gar nicht vorhanden zu sein braucht. Uebrigens kann die Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze in verschiedenen Körpern an sehr verschiedenen Punkten beginnen und in verschiedener Weise in die Erscheinung treten, sie zeigt sich als ein kreisförmiger, sich kegelförmig in's Innere erweiternder Sprung um die Druckfläche bei spröden Körpern, als eine bleibende Einsenkung mit aufgewulstetem Rande bei plastischen. Unsere Maassbestimmung ordnet die Körper der Härte nach in derselben Reihenfolge wie die gewöhnliche Härteskala, insofern es mit einem nach derselben härteren Körper möglich ist, in einem weicheren eine Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze zu veranlassen, ohne dass der erstere Schaden erlitte. Es wäre ungerecht, der Messungsart den Vorwurf zu machen, dass sie wohl angenähert aber nicht exact eine Anwendung gestatte auf die Berührung mit elliptischer Druckfläche, auf die Härte der Krystalle, auf die Spaltbarkeit, Feilbarkeit, etc. der Körper; die Natur des Gegenstandes bringt es mit sich, dass wir die Exactheit nicht erlangen können ohne ein Opfer an Allgemeinheit.

Die Erfahrung muss noch zeigen, wie weit diese Betrachtungen, die für vollkommen isotrope Körper gelten, sich auf die wirklichen Körper anwenden lassen, deren Homogeinität bekannt-

lich besonders in der Nähe der Oberfläche sehr unvollkommen ist. Rohe Versuche an Glas haben dem Vortragenden ziemlich verschiedene Werthe der Härte ergeben. Aus Versuchen, bei welchen harte Stahllinsen gegen ebene Spiegelglasplatten gedrückt wurden, ergab sich die Härte der letzteren zu etwa 140 kg/qmm, aus der Höhe, aus welcher eine Glaskugel gegen eine andere herabpendeln musste, um einen Sprung zu erzeugen, ergab sich die Härte zu 150—160, aus den Sprungfiguren in dünnen Glasstäben, die mit senkrecht gekreuzten Axen auf einander gepresst wurden, ergaben sich grössere Werthe, 180—200 kg/qmm.

Es wurde noch an einigen Beispielen die Anwendung gezeigt, welche man von der bekannten Härte eines Körpers machen kann.

Hr. **Christiani** sprach über:

Das Ferdinand Rückert'sche Verfahren der galvanoplastischen Conservirung organischer Körper unter Erhaltung der feineren Structurverhältnisse,

und zeigte verschiedene sehr gelungene Proben dieses Verfahrens*) vor (Blumen, Blätter, Schmetterlinge, Käfer, Krebs, Kaninchengehirn).

Die Metallisirung der natürlichen Objecte wird durch ein Bad von in Alkohol gelöstem Höllenstein und darauf folgende Expositionen in Schwefelwasserstoff und in Phosphordämpfen erreicht: Nachdem die vollständige Metallisirung erreicht ist, wird der Gegenstand nach den gewöhnlichen Vorschriften der Galvanoplastik behandelt.

Das Verfahren dürfte sich in gewissen Fällen namentlich auch reisenden Naturforschern nützlich erweisen.

---

*) Aus der Fabrik der Patentkäufer: Redlich und Ebel, Dresdenerstrasse 46, Berlin.

No. 9. Sitzung vom 26. Mai 1882.

Ausgegeben am 8. Juni.

Vorsitzender: Hr. Du Bois-Reymond.

Hr. **Landolt** zeigte und erklärte einen neuen Polarisationsapparat.

Hr. **Hagen** trug vor:

Ueber die Messung von Quecksilber-Dampfspannungen bei niedrigen Temperaturen.

Von den Zahlen, welche Regnault in seiner berühmten Arbeit über die elastischen Kräfte gesättigter Dämpfe in Tabellen zusammengestellt angiebt und welche er für die verschiedenen Temperaturen mittels der Biot'schen Dampfspannungsformel

$$\log p = a + b\alpha^\tau + c\beta^\tau$$

berechnet hat, weichen die für das Quecksilber*) mitgetheilten so beträchtlich von den durch Versuche bei niederen Temperaturen durch Messung gefundenen Werthen und letztere unter sich wieder so weit von einander ab, dass es mir wünschenswerth erschien, dieselben einer erneuten Bestimmung zu unterwerfen.

Als Beleg hierfür will ich einige der von Regnault durch Beobachtung gefundenen und seine für nahezu dieselben Temperaturen berechneten Werthe hier nebeneinandersetzen:

Temp.	beobachtete Spannung in mm			Temp.	berechnet
	Versuch I	II	III	0°	0,0200
23,57	0,068			20°	0,0372
25,39	—	0,034			
38,01	0,098	—		40°	0,0767
49,15	—	0,087			
72,74	—	0,183		70°	0,2410
100,11	—	0,407		100°	0,7455
100,60	0,555	—	0,56		

Wie man sieht, weichen z. B. bei 100° die beobachteten Zahlen von der berechneten in den Zehntel Millimetern schon um mehr als 3

---

*) Regnault, relation des expériences, II, 506-525. 1862.

respective 2 Einheiten ab, während die Zehntausendstel Mm. in der Tabelle noch angegeben sind, und man wird zugeben, dass der Luxus von 4 Decimalstellen dann doch ungerechtfertigt erscheinen muss, um so mehr, als man dadurch verleitet wird, den Zahlenangaben ein Zutrauen beizumessen, welches sie nicht für sich in Anspruch nehmen dürfen. Regnault hat der Berechnung der Constanten seiner Curve fünf Werthe von p zu Grunde gelegt, welche bei gleichen Temperaturintervallen gewählt wurden und die er durch graphische Interpolation seiner Versuchsresultate erhielt. Drei dieser Werthe, nämlich die für 512°, 384°, 256° fand er dadurch, dass er die Siedetemperatur bei bestimmten, auf der Quecksilberoberfläche in geschlossenem Gefäss lastenden Luftdrucken ermittelte. Die beiden noch übrig bleibenden Werthe für 0° und 128° fand er durch Messung des Niveauunterschiedes der Kuppen zweier in gemeinsamer Wanne stehenden Quecksilberbarometer, deren obere Enden auf derselben Temperatur t gehalten wurden, so dass in ihren Vacuumkammern der gleiche, eben dieser Temperatur t entsprechende Quecksilber-Dampfdruck sich hätte bilden müssen, wenn nicht die Kammer des einen Barometerrohres mit einer theilweise mit Quecksilber gefüllten Kugel verbunden gewesen wäre, welche constant auf der Temperatur 0° gehalten wurde. Es konnte demgemäss im letzteren Barometerrohr nur derjenige Quecksilberdampfdruck bestehen bleiben, welcher dem Sättigungsdrucke der Temperatur an der kältesten Stelle d. h. hier 0° entsprach, während oberhalb der Quecksilberkuppe im andern Barometer die der betreffenden Temperatur t entsprechende Dampfspannung herrschen musste. In Rechnung musste dabei der Druck der Luft gezogen werden, welche beim Evacuiren in dem mit der erwähnten Glaskugel versehenen Barometerrohr zurückgelassen war. Diese Luftspannung schätzt Regnault in einem Falle auf 0,1 mm, und giebt sie bei einer anderen Füllung des Apparates zu 4,22 mm an. Diese Druck-Messung der noch zurückgelassenen Luft ist jedoch offenbar nur sehr ungenau bestimmt und wohl gerade hieraus erklären sich hauptsächlich die so sehr von einander abweichenden Resultate von Regnault's verschiedenen Beobachtungsreihen.

Zu meinen eigenen Versuchen benutzte ich zwei verschiedene Apparate, welche mittels der von mir abgeänderten TOEPLER'schen Luftpumpe evacuirt und in passender Weise mit Quecksilber gefüllt waren. Der eine dieser Apparate bestand im Wesentlichen aus einem M-förmigen Glasrohr, dessen mittlere beiden Schenkel bis zur halben Höhe mit Quecksilber gefüllt waren, während der ganze übrige Theil des Apparates leer respective mit Luft von $^1/_{63}$ Milliontel Atmosphärendruck (= 0,000012 mm) gefüllt war. Der eine der beiden äusseren Schenkel des Rohres ward constant auf 0° gehalten, der andere mit Kältemischung (Schnee und Kochsalz, respective Aether und fester Kohlensäure) gekühlt, während die in den beiden mittleren Schenkeln stehenden Quecksilbersäulen auf Zimmertemperatur gehalten wurden. Die Versuche ergaben, dass man für den Gefrierpunkt des Quecksilbers dessen Dampfspannung gleich 0 setzen darf, denn es zeigte sich, nachdem man den einen Schenkel auf —80° abgekühlt und die Niveaudifferenz der beiden Quecksilberkuppen in den beiden mittleren Schenkeln des M-förmigen Rohres gemessen hatte, auch nicht die mindeste Aenderung dieser Niveaudifferenz, als man den einen Schenkel sich bis —40° erwärmen liess. Aus Mittel aus mehreren Versuchen ergab sich auf diese Weise für 0° als Quecksilberdampfspannung 0,015 mm.

Die Tensionen für höhere Temperaturen wurden vermittels eines dem REGNAULT'schen ähnlichen Verfahrens an einem zweiten Apparate bestimmt. Dieser letztere hatte ungefähr die Gestalt eines N, dessen 2 rechts gelegene Schenkel gleichfalls bis zur halben Höhe mit Quecksilber gefüllt waren und ganz in einem Thermostaten erhitzt werden konnten, während der links gelegene, abwärts gehende, dritte Schenkel stets auf 0° gehalten wurde. Auch hier war die Luft so weit als thunlich evacuirt. Aus Beobachtungen, die in der Nähe von 50°, 100°, 150°, 200° angestellt waren, wurden mittels der Methode der kleinsten Quadrate die Werthe für diese eben erwähnten Temperaturen berechnet, um sie zur Ermittelung der 5 Constanten der BIOT'schen Dampfspannungsformel

$$\log p = a + b\alpha^{\tau} + c\beta^{\tau}$$

zu verwenden. Es ergaben sich folgende Werthe derselben:

$$a = 0{,}55542 - 3$$
$$b = -0{,}11242$$
$$c = +0{,}73309$$
$$\log \alpha = 0{,}008233$$
$$\log \beta = 0{,}005354$$

und mit Hülfe dieser folgende Tabelle der Quecksilber-Dampfspannungen:

Temp.	Dampfspannung: mm	desgl. nach Regnault:
0	0,015	0,0200
10	0,018	0,0268
20	0,021	0,0372
30	0,026	0,0530
40	0,033	0,0767
50	0,042	0,1120
60	0,055	0,1643
70	0,074	0,2410
80	0,102	0,3528
90	0,144	0,5142
100	0,21	0,7455

Diese Zahlen weichen von den Regnault'schen sehr beträchtlich ab. Oberhalb 100° werden in Folge der dann schon beträchtlicher eintretenden Destillation die Versuche jedenfalls fehlerhaft und auch für die niedrigen Temperaturen wird man die von mir angegebenen Dampfspannungen nicht als völlig sicher etwa ansehen können, da die Messung so kleiner Grössen durch gekrümmte Röhren hindurch immer nur mit relativ grossen Fehlern ausführbar sein wird. Jedenfalls aber glaube ich das verbürgen zu können, dass den Quecksilberdämpfen bei niedrigen Temperaturen sehr geringe und zwar beträchtlich kleinere Werthe zukommen, als sie von Regnault angegeben sind und dass man wenig von der Wahrheit wird entfernt sein, wenn man die von mir angegebenen Zahlen benutzt.

Ich erwähne noch, dass das verwendete Quecksilber sowohl

durch mehrfaches Behandeln mit Säure als auch durch wiederholte Destillation gereinigt war.

No. 10. Sitzung vom 9. Juni 1882.

Ausgegeben am 21. Juni.

Vorsitzender: Hr. Röber.

Hr. **Neesen** trug vor:

Ueber die specifische Wärme des Wassers.

Die Abhängigkeit der specifischen Wärme der verschiedenen Substanzen von der Temperatur ist ein Punkt, über welchen wir noch sehr grosser Aufklärung bedürfen. Die bequemste Methode, diese Abhängigkeit zu ermitteln, ist unstreitig die Bestimmung der specifischen Wärme nach der Abkühlungsmethode. Jedoch giebt diese Methode bisher nur ungenaue Resultate, weil der sich abkühlende Körper nicht durchweg dieselbe Temperatur besitzt. Diese Fehlerquelle habe ich dadurch zu vermeiden, jedenfalls in hohem Grade zu verringern gesucht, dass ich eine Vorrichtung traf, die Theile der sich abkühlenden Substanz durcheinander zu rühren ohne Lagenänderung der sich Wärme austauschenden Flächen. Einen hierauf bezüglichen Apparat beschrieb ich im Jahre 1880 auf der Naturforscher-Versammlung in Danzig und theilte dort auch einige Versuche mit demselben mit.

Um mit Versuchen dieser Art die Abhängigkeit der specifischen Wärme von der Temperatur ermitteln zu können, muss man die genaue Kenntniss dieser Abhängigkeit für irgend eine Normalsubstanz besitzen. Als diese Normalsubstanz empfiehlt sich vor Allem das Wasser. In Bezug auf diese Substanz stimmen aber die verschiedenen Angaben sehr wenig. Während Regnault und Andere nach ihm für die specifische Wärme eine geringe Zunahme mit der Temperatur, Pfaundler und Platter ein Schwanken für niedrige Temperaturen constatirten, schloss Rowland*) aus eigenen Versuchen und solchen von von Münchhausen, dass die specifische Wärme bezogen auf das Luftthermometer etwa

*) Proc. Amer. Soc. N. Ser. VII, 76.

bis 30° abnimmt. Es ergab sich daher für mich zunächst die Aufgabe, die Abhängigkeit der specifischen Wärme von der Temperatur für das Wasser auf's Neue zu ermitteln.

Ich wählte hierzu die Bestimmung mit dem Eiscalorimeter, weil bei dieser allein die abgegebenen Wärmemengen durch eine von der Temperatur unabhängige Grösse gemessen wird. Ich wandte das Eiscalorimeter von Bunsen an.

Die Versuche wurden leider durch den frühzeitigen Eintritt der warmen Witterung unterbrochen, so dass ich die gezogenen Resultate gewissermaassen nur als allgemeine Orientirungsresultate ansehe. Die Detailausführung denke ich in kommendem Winter vorzunehmen.

Das Eiscalorimeter wurde nach der Schuller und Wartha'schen Methode angewandt, die Erwärmung der mit dem zu untersuchenden destillirten Wasser gefüllten Kapseln geschah nach dem d'Arsonval'schen Verfahren.

Von meinen Erfahrungen mit dem Eiscalorimeter selbst habe ich in der Litteratur folgende bisher nicht erwähnt gefunden. Der um die innere Calorimeterröhre zu bildende Eiscylinder hat bei seiner Entstehung eine Temperatur geringer wie 0°, mag man ihn nun durch Kältemischung oder durch Verdunstung von Alkohol bilden. Sehr langsam gelangt das Eis auf 0°; macht man nun einen Versuch zu einer Zeit, wo noch nicht das ganze Eis die Temperatar 0° angenommen hat, so wird ein Theil der zugeführten Wärme benutzt, um das Eis auf 0° zu erwärmen. Daher fallen die bei den ersten Versuchen beobachteten Volumänderungen zu klein aus. Auffallend erscheint zunächst, dass dennoch eine Volumverringerung in dem Momente der Einfüllung der calorimetrischen Substanz eintritt. Dieser Umstand erklärt sich aber leicht, wenn man bedenkt, dass der Eiscylinder an der der inneren Calorimeterröhre anliegenden Wand jedenfalls die Temperatur 0°, dann aber an allen gleich weit von der Wand abliegenden Stellen nicht die gleiche Temperatur zu haben braucht. Ich beobachtete, auch wenn der erste Versuch mehrere Stunden nach Bildung des Eiscylinders gemacht wurde, dass diese ersten Versuche zu wenig gaben. Es ist daher vortheilhaft, nach Bildung des Eiscylinders

einige Male Abschmelzungen vorzunehmen, ehe man mit den Versuchen beginnt. Störend ist bei der Messung, wie bekannt, die freiwillige Vorwärtsbewegung des Quecksilberfadens. Dieselbe wird in der Capillarröhre ja zum Theil durch die Aenderung der Schmelztemperatur des Wassers mit Aenderung des Druckes hervorgerufen. Das Wasser im Calorimeter steht unter einem höheren Drucke als das umgebende Wasser und daher muss entsprechend einer Abschmelzung ein Zurückgehen des Fadens erfolgen. Es können aber auch andere Ursachen mitspielen, welche bedeutend wichtiger sind. BUNSEN selbst hat ja schon auf den Einfluss kleiner Unreinigkeiten in dem umgebenden Schnee hingewiesen. Dieser Einfluss wird vermieden mit der SCHULLER und WARTHA'schen Anordnung der Einsenkung des Calorimeters in destillirtes Wasser, aber auch nicht immer. Ich hatte zuerst das destillirte Wasser in ein Zinkblechgefäss eingefüllt. Mehrere Tage hindurch war dann die freiwillige Aenderung des Fadens klein im Sinne der Abschmelzung durch den erhöhten Druck. Dann wurde diese Bewegung kleiner, schlug in ihr Gegentheil um und wurde sehr gross in der entgegengesetzten Richtung. Beim Auseinandernehmen des Apparates zeigte sich im destillirten Wasser in dem Zinkgefäss auf dem Boden rothbrauner Schmutz, ferner war in dem Eiscalorimeter eine neue Eisbildung erfolgt und zwar aus dem Quecksilber in demselben heraus. Der Vorgang erklärt sich also dadurch, dass das Wasser aus dem Zinkblech Eisenoxyd bildete, dass durch die Beimengung dieses die Schmelztemperatur erniedrigt wurde, daher das den unteren Theil des Calorimeters umgebende Wasser kälter wie 0° war und zu der neuen Eisbildung Anlass gab. Hervorzuheben ist allerdings, dass trotzdem das destillirte Wasser ursprünglich nur 0° hatte und der in diesem gebildete Eiscylinder aus reinem Eis bestand und weiter die umgebenden Eisstücke nicht wesentlich von 0° differirten, das destillirte Wasser bei der Bildung mit Eisenoxyd und Vermischung mit demselben kälter wie 0° wurde. Es half auch nicht viel als das Zinkgefäss mit einem Oelanstrich versehen wurde; auch hier erschien nach einiger Zeit die Vorwärtsbewegung des Fadens.

Es wurde daher das destillirte Wasser zur Umgebung des Eiscalorimeters in ein Glasgefäss gefüllt, was den gewünschten Erfolg hatte, dass die unregelmässige freiwillige Vorwärtsbewegung des Fadens aufhörte. Das Zurückziehen des Fadens ging bei der letzten Anordnung im Allgemeinen annähernd stets in demselben Betrage vor sich; bisweilen traten Aenderungen in der Grösse der Aenderung ein, welche auf einem Zuströmen von äusserer Luft beruhen mochten.

Für die Kapseln, welche das calorimetrische Wasser aufnehmen sollen, empfiehlt sich von vornherein Platin wegen seiner geringen specifischen Wärme, abgesehen von seiner Indifferenz gegen Wasser. Indessen ist bei Platin die Löthung nach Einfüllen des Wassers sehr schwierig. Kommt man mit dem Löthkolben in die Nähe, so fängt das Wasser sofort an zu sieden und hindert einen ganz dichten Verschluss. Diese Erfahrung habe ich nicht allein gemacht; die Hrn. Sy und Wagner liessen mir mit liebenswürdiger Bereitwilligkeit die Platincylinder herstellen und nach der von mir bewirkten Füllung durch eine capillare Oeffnung letztere verlöthen. Aber auch in diesen gewiss geübten Händen misslang die vollständige Löthung. Ich habe nur eine einzige Kapsel erhalten, welche vollständig dicht hielt. Die anderen nahmen alle im Verlaufe der mit ihnen angestellten Versuche an Gewicht etwas ab, der eine mehr, der andere weniger. Ein Beweis für das Dichthalten ist es übrigens nicht, wenn die Platinkapsel nach der Löthung gewogen, dann stark erhitzt und dann wieder gewogen, beide Male dasselbe Gewicht zeigte. Denn auch Kapseln, welche diese Probe aushielten, zeigten im Verlaufe der Zeit Abnahmen in dem Gewicht. Bei den Kapseln, welche geringe Leckage zeigten, half ich mir durch regelmässige Controlwägungen bei den einzelnen calorimetrischen Bestimmungen.

Die zur Ermittelung des Wärmewerthes des benutzten Platin angestellten Versuche scheinen eine ziemlich beträchtliche Zunahme der specifischen Wärme des Platins mit der Temperatur zu ergeben. Für Glas zeigte sich solches nicht.

Die Versuche für das destillirte Wasser erstrecken sich von

1,6° bis 30°. Dieselben wurden, da mir für genau dieselben Temperaturen nicht die hinreichende Anzahl von Versuchen zur Ermittelung eines Mittelwerthes zu Gebote standen, in der Weise näher untersucht, dass sie auf Coordinatenpapier aufgetragen wurden und darauf die Curve durchgelegt wurde, welche sich denselben anschliesst unter Voraussetzung, dass diese darstellende Curve einen stetigen nicht pendelnden Verlauf hat. Wenn sie einen pendelnden Verlauf hätte, so müssten diese Pendelungen nach den experimentellen Resultaten sehr klein sein. Aus den so gezeichneten Curven a) für Temperaturen nach dem Quecksilberthermometer, b) für Luftthermometerangaben wurden die den Temperaturen 2°, 3° etc. entsprechenden Werthe heraus gewählt.

Aus diesen Werthen ergiebt sich das Resultat, dass für die beiden Arten von Temperaturbestimmungen die mittlere specifische Wärme zuerst zunimmt und dann entschieden abnimmt. Die Tabelle giebt den Verlauf derselben:

Temperaturen nach Quecksilberthermometer		Temperaturen nach Luftthermometer	
2°	6,88	2°	7,0
3	7,33	3	7,33
4	7,37	4	7,42
5	7,50	5	7,50
6	7,58	6	7,61
7	7,71	7	7,71
8	7,81	8	7,81
9	7,83	9	7,83
10	7,84	10	7,85
11	7,83	11	7,89
12	7,87	12	7,89
13	7,86	13	7,89
14	7,86	14	7,89
15	7,83	15	7,90
16	7,81	16	7,91
17	7,81	17	7,91
18	7,86	18	7,92
19	7,83	19	7,94

Temperaturen nach Quecksilberthermometer		Temperaturen nach Luftthermometer	
20°	7,86	20°	7,96
21	7,83	21	7,96
22	7,82	22	7,94
23	7,81	23	7,93
24	7,81	24	7,92
25	7,80	25	7,91
26	7,82	26	7,91
27	7,81	27	7,89
28	7,80	28	7,89
29	7,77	29	7,88
30	7,78	30	7,88.

Die Werthe für die mittlere specifische Wärme sind gegeben in den durch die von 6,8548 gr H_2O abgegebenen Wärmemengen bewirkten Volumverringerungen in cmm, herrührend vom Abschmelzen des Eiscylinders. Die Differenzen zwischen den bei den einzelnen Temperaturgraden bewirkten Abschmelzungen schwanken allerdings, aber von 2° bis 21° so um einen constanten Mittelwerth und ebenso von 21° bis 30°, dass für die Angaben nach dem Luftthermometer die Volumverringerungen dv in cmm dargestellt werden können durch die Formeln

$$\text{von } 2^0 - 21^0 : dv = 14 + (1-2)8{,}063,$$
$$21^0 - 30^0 : dv = 166{,}8 + (1-21)\,7{,}73.$$

Zwischen 20° und 23° scheint ein eigenthümliches Verhalten zu sein, weil hier die Versuche eine Stockung in der Vergrösserung der Abschmelzung bei erhöhter Temperatur zeigen.

Aus den gefundenen Werthen folgen qualitativ dieselben Resultate, welche Rowland aus Versuchen nach der Mischungsmethode abgeleitet hat. Es ergiebt sich:

Verhältniss der specifischen Wärme zwischen	Rowland	Neesen
$\frac{0^0-18^0}{18^0-27^0}$	1,0025	1,0099
$\frac{0^0-17^0}{17^0-29^0}$	1,0024	1,0079

Verhältniss der specifischen Wärme zwischen	Rowland	Neesen
$\frac{0^\circ-18^\circ}{18^\circ-30^\circ}$	1,0067	1,0111
$\frac{0^\circ-17^\circ}{17^\circ-25^\circ}$	1,0027 u. 0,99971	1,0001
$\frac{0^\circ-16^\circ}{16^\circ-27^\circ}$	1,0010	0,9959
$\frac{20^\circ-24^\circ}{24^\circ-29^\circ}$	9,9983	0,9794
$\frac{0^\circ-21^\circ}{21^\circ-28^\circ}$	1,0045	1,0358

Quantitativ sind allerdings bedeutende Unterschiede vorhanden. Eine Vergleichung der nach den angeführten Formeln berechneten Werthe und der direct beobachteten ergab für die grosse Mehrzahl eine hinreichende Uebereinstimmung.

Die Abweichungen sind in sofern regelmässig, als sie auf längere Strecken bald die beobachteten Werthe constant grösser erscheinen lassen, bald die berechneten. Wenn dieses auch durch die nähere Untersuchung bestätigt würde, so machte die specifische Wärme Pendelungen um eine Gerade.

Um das Verhältniss der von den Kapselngefässen und das von dem in den Kapseln enthaltenen Wasser bewirkten Volumänderungen zu charakterisiren, sei noch erwähnt, dass

für eine Temperatur von 30,18° das Wasser eine Volumänderung von 193,39 cmm, das Platin der Kapsel eine solche von 3,71 cmm herbeiführte;

für $t = 31{,}85^\circ$ vom Wasser ebenso 252,78 cmm, vom Glase der Kapsel 20,12 cmm herrührten.

Hr. **Hertz** machte folgende Mittheilung:

Ueber die Spannung des gesättigten Quecksilberdampfes.

Für eine anderweitige Untersuchung bedurfte ich der genauen Werthe der Spannung des gesättigten Quecksilberdampfes zwischen 80° und 200°, ich benutzte anfangs die Angaben Reg-

nault's, aber Hr. Hagen machte mich darauf aufmerksam, dass dieselben in dem genannten Intervall wahrscheinlich mit sehr grossen Fehlern behaftet seien und stellte mir seine eigenen Beobachtungen (siehe Bericht voriger Sitzung) freundlichst zur Verfügung. Ich zog indess vor, eine eigene Bestimmung auszuführen, da er mich gleichzeitig darauf aufmerksam machte, dass seine Bestimmungen in Folge der Verdunstung bei höheren Temperaturen wohl etwas zu klein möchten ausgefallen sein, und weil mir schien, dass der hieraus resultirende Vorwurf auch die Beobachtungen bei niedrigen Temperaturen treffen könnte. Findet nämlich in dem theilweise abgekühlten Schenkel seines Manometers Verdunstung statt (und solche fand wohl immer statt), so kann der Druck auf das Quecksilber dieses Schenkels wegen des Rückstosses nie Null sein, selbst dann nicht, wenn der Druck des Dampfes in sich etwa Null wäre; wie gross aber der Druck ist, kann nach bisherigen Erfahrungen nicht gut geschätzt werden, und er geht voll als Fehler in die Hagen'schen Bestimmungen ein, derart dass dieselben um ihn zu klein erscheinen.

Ich bediente mich zweier Methoden, bei der ersten benutzte ich ein *U*-förmiges Manometerrohr; der Raum über dem Quecksilber beider Schenkel war völlig luftleer, der eine Schenkel wurde durch ein ihn umgebendes dickes Metallgehäuse erhitzt, in ihn war von oben her ein Glasrohr eingeschmolzen, in welchem, in Mitten des Quecksilbers das Thermometer hing. Durch Calibrirung und Rechnung wurde die Temperatur auf das Luftthermometer bezogen. Die Correctionen des Drucks wegen Ausdehnung des Quecksilbers wurden theoretisch und experimentell bestimmt, da sie aber sehr gross waren (2—3 mm), so waren die Bestimmungen unter 150° relativ unsicher und sind daher aus der Rechnung fortgeblieben, sie lagen zwischen den Regnault'schen und denjenigen Werthen, welche weiter unten als die richtigen angegeben sind. Für die Rechnung sind folgende Werthe benutzt, welche Mittel aus je 6—10 nahegelegenen Einzelbeobachtungen sind:

165,8° 5,52 mm; 184,7° 11,04 mm; 206,9° 22,58 mm.

Bei der zweiten Methode benutzte ich zwei Manometer,

deren offene Schenkel communicirten, und deren eines im Wasserbade auf Zimmertemperatur erhalten, das andere im Wasser-, respective Paraffinbade erhitzt wurde. Das Communicationsrohr aber war nicht luftleer, sondern enthielt soviel Luft (bei verschiedenen Versuchen verschieden, 10—20 mm), dass jede Verdunstung, ausser durch Diffusion, vermieden war. Die Differenz der Manometerstände, alles reducirt auf Quecksilber von 0° gab den Druck, die Temperatur wurde durch ein sehr gutes Thermometer bestimmt, welches ich direct mit einem JOLLY'schen Luftthermometer verglich. Das Resultat war dieses: Bis 60° konnte ich keinen Druck wahrnehmen, der ausserhalb des mittleren Fehlers einer Einzelbeobachtung (0,02 mm) lag, bei 60° erhielt ich etwa 0,03, bei 70° 0,05, bei 80° 0,09 mm Druck, von hier ab wurden die Fehler klein gegen die ganzen Werthe, von 110° an kam fast der ganze Fehler auf die Temperaturbestimmung. Ich fasste dann Gruppen von etwa 10 Einzelbeobachtungen zusammen, und erhielt so die folgenden Angaben, welche in die Rechnung eingeführt wurden:

t =	89,4	117,0	154,2	177,4	190,4	203,0
p =	0,156	0,714	3,49	8,20	12,89	20,35

Diese Werthe stimmen hinreichend mit den nach der ersten Methode gefundenen. Zur Berechnung habe ich mich der folgenden Formel bedient, deren Form richtig sein muss, soweit der gesättigte Dampf einer Flüssigkeit dem GAY-LUSSAC-MARIOTTE'schen Gesetze gehorcht. Unter dieser Voraussetzung ist die innere latente Wärme des Dampfes $\varrho = \varrho_0 - (s - c)T$, wo T die absolute Temperatur, s die specifische Wärme der Flüssigkeit, c dieselbe des Dampfes bei constantem Volum bezeichnet. Andererseits hat man nach der mechanischen Wärmetheorie und in deren Bezeichnung

$$\varrho = Au\left(T\frac{dp}{dT} - p\right),$$

und nach unserer Voraussetzung

$$u = \frac{RT}{p},$$

wo R die gewöhnlich so bezeichnete Constante ist. Die drei

Gleichungen vereinigen sich zu einer Differentialgleichung für die Curve der Dampfspannung, deren Integral dieses ist:

$$p = k_1 T^{1-\frac{s-c}{AR}} e^{-\frac{k_2}{T}}.$$

Für Quecksilber ist s ungefähr bekannt und habe ich dasselbe gleich 0,0354 angenommen, c lässt sich berechnen, da nach KUNDT und WARBURG das Verhältniss der specifischen Wärmen gleich $\frac{5}{3}$ ist, also ist der Exponent von T bekannt und wird gleich $-1{,}082$ gefunden. Uebrigens kommt auf den genauen Werth desselben wenig an. Die zwei übrigen Constanten müssen aus zwei Beobachtungen bestimmt werden; indem ich diejenige bei 206° der ersten Reihe und diejenige bei 154° der zweiten Reihe nahm, erhielt ich eine Curve, die schon sämmtliche Beobachtungen hinreichend wiedergab. Durch eine Ausgleichsrechnung wurden dann noch kleine Aenderungen an den Constanten vorgenommen, wodurch die mittlere Abweichung der Beobachtungen von der Rechnung auf 0,6° in den Temperaturen zurückgeführt wurde. Es ergab sich dabei

$$\log k_1 = 11{,}29379, \quad \log k_2 = 3{,}89070.$$

Aus der Formel sind dann die folgenden Werthe berechnet:

$t =$	−273°,	0°	20°	40°	60°	80°	100°
$p =$	0,	0,0002,	0,0013,	0,0064,	0,026,	0,094,	0,287
$t =$	120°	140°	160°	180°	200°	220°	
$p =$	0,785	1,94	4,39	9,23	18,26	33,90	

Die innere latente Wärme des Quecksilberdampfes ergiebt die Formel zu $\varrho = 76{,}94 - 0{,}0206\,T$. Von besonderem Interesse ist der ausserordentlich kleine Druck, welchen die Formel für gewöhnliche Lufttemperatur giebt; erkennt man der Formel Berechtigung zu, so wird man in der Kleinheit desselben den wahren Grund sehen, aus welchem der Quecksilberdampf die elektrischen Entladungserscheinungen so wenig beeinflusst.

Der Vortragende knüpfte hieran Bemerkungen über den Grad, bis zu welchem die Evacuation der Luft mit der TÖPLER-HAGEN'schen Pumpe getrieben werden kann, sowie über die Anwendung obiger Formel auf andere Flüssigkeiten, insbesondere

auf die Dampfspannung über Wasser und über Eis, erwähnte auch dass dieselbe schon von Hrn. Kolacek verwendet wurde, um die Spannungen des vom Sättigungszustande entfernten Wasserdampfes über Salzlösungen darzustellen. In diesem Falle ist die theoretische Berechtigung der Formel grösser als in dem obigen, aber die Erfahrung zeigt, dass sie sich auch zur Darstellung des Drucks gesättigter Dämpfe auf ihre Flüssigkeiten bei kleinen Drucken vorzüglich eignet.

Hr. **Hagen** bemerkte zu diesem Vortrage Folgendes:

Gegen die von mir zur Bestimmung der Spannkräfte des Quecksilberdampfes angewendete Methode hat Hr. Hertz den Einwand erhoben, dass in Folge der Verdunstung von Quecksilber in einem Schenkel des *U*-förmigen Rohres die Versuchsresultate nothwendiger Weise fehlerhaft und zwar kleiner ausfallen müssten, als sie in Wirklichkeit seien. Diesen Einwurf halte ich für hohe Temperaturen jedenfalls für zutreffend, wie ich das auch bereits in der vorigen Sitzung besonders hervorgehoben habe, für niedere Temperaturen hingegen halte ich meine Methode für durchaus anwendbar und richtig und zwar so lange, als die Verdunstung eine beträchtlichere Grösse nicht erreicht, was erst bei etwa 100° beginnt.

Zudem trifft der oben erwähnte Einwurf für die von mir mitgetheilten Zahlen insofern nicht zu, als sie dann kleiner hätten sein müssen als die von Hrn. Hertz mittels seiner Formel aus seinen Versuchen berechneten und als richtig angenommenen, während bei sämmtlichen Werthen von 80° abwärts gerade das Umgekehrte der Fall ist. Uebrigens war es a priori nicht klar, dass meine Versuche für höhere Temperaturen zu unrichtigen Werthen führen mussten, vielmehr erst dadurch, dass sie zu Resultaten führten, welche von den durch Regnault nach einer ganz anderen Methode erhaltenen in einer unmöglichen Weise (Grössen bis zu 2 mm für 150°) differirten, ging die Unzulässigkeit der von mir verwendeten Methode für Temperaturen über 100° hervor. Aus diesem Grunde habe ich die für 150° und 200° er-

mittelten Werthe auch nicht etwa dazu benutzt, um mittels dieser und der für Temperaturen unter 100° bestimmten die Quecksilberdampfspannungen für das ganze Temperaturintervall bis 200° hinauf zu berechnen, sondern sie waren nur in sofern für meine Versuche von Werth, als sie die Art der Krümmung der Curve unter 100° kennen zu lehren geeignet waren.

Der Zweck meiner Untersuchung war eben, nicht die Spannkräfte der Quecksilberdämpfe überhaupt, sondern sie nur für niedere Temperaturen zu bestimmen, da mir die Regnault'schen Angaben für diese letzteren aus mehrfachen Gründen unrichtig erschienen, zumal dieselben jeder genaueren experimentellen Grundlage entbehren.

Ich glaube in der That meine in der vorigen Sitzung mitgetheilten Versuchsergebnisse, zumal sie durch die Resultate von Hrn. Hertz bis zu gewissem Grade wenigstens eine werthvolle Stütze erhalten haben, als ziemlich sicher ansehen zu können, jedenfalls für beträchtlich sicherer als die durchaus unrichtigen Zahlenangaben Regnault's, welche kritiklos in alle unsere physikalischen Lehrbücher übergegangen und in einer Weise mitgetheilt sind, dass man veranlasst wird, denselben ein Zutrauen zu schenken, welches sie nicht verdienen. Dieses zeigten meine Versuche, und wenn nun Hr. Hertz mittels der in seinem Vortrage auseinandergesetzten Formel zu noch beträchtlich geringeren Dampfspannungen gelangte, als aus meiner Tabelle hervorgehen, so ist der hieraus erwachsende Conflict nur durch neue Versuche zu entscheiden. Sollten meine Zahlen unrichtig sein, so liegt meiner Ansicht nach der Fehler nicht in der Methode, sondern in der sehr erheblichen Schwierigkeit, so kleine Grössen, wie sie durch die Spannkräfte des Quecksilbers bei niederen Temperaturen bedingt werden, überhaupt zu messen, eine Schwierigkeit, welche noch dadurch ausserordentlich erschwert wird dass sie durch die Wandung gekrümmter Glasröhren hindurch erfolgen muss.

Meiner Meinung nach haben alle Zahlenangaben physikalischer Constanten, die vermittels Formeln für Punkte berechnet sind, welche ausserhalb des Intervalles liegen, für das die Ver-

suche angestellt sind, immer etwas sehr Missliches und das ist bei den REGNAULT'schen und auch bei den durch Hrn. HERTZ berechneten der Fall, wenngleich seine Formel die von ihm beobachteten Werthe vortrefflich darstellt.

Jedenfalls haben meine Zahlenangaben den Vorzug vor anderen voraus, dass sie directe Ergebnisse des Versuchs und frei von jeder theoretischen Voraussetzung sind. Es ist Sache der Neigung, ob man für praktische Fragen sich mehr auf die Ergebnisse der Theorie oder auf die von Versuchen verlassen will.

No. 11. Sitzung vom 23. Juni 1882.

Ausgegeben am 5. Juli.

Vorsitzender: Hr. DU BOIS-REYMOND.

Hr. **Neesen** zeigte und erklärte eine neue Form der TÖPLER'schen Quecksilberluftpumpe. Dieselbe unterscheidet sich von der zuletzt von dem Vortragenden in WIED. Ann. 1881 beschriebenen Form dadurch, dass an dem zu dem luftleer zu machenden Verbindungsgefäss führenden Rohre das Ventil, welches die bei der ersten TÖPLER'schen Construction nothwendige Röhre von über Barometerhöhe ersetzt in der von SCHULLER angegebenen Form (WIED. Ann. 1881) gewählt ist. Es wird durch eine ebene geschliffene Glasplatte hergestellt, welche gegen eine eben solche Platte von dem aufsteigenden Quecksilber gedrückt wird und letzteres an dem Weiteraufsteigen in das zu evakuirende Gefäss hierin hindert. Das letztere wird ohne Fettdichtung auf ein Schliffstück aufgesetzt, welches mit Quecksilber umgeben ist. Um das Vorbeikriechen der Luft an dem Quecksilber zu hindern wird auf letzteres eine die Luft nicht absorbirende Flüssigkeit gegossen, welche Glas benetzt.

Eine wesentliche Verbesserung ist weiter an demjenigen Theile angebracht, durch welchen die Luft aus der Kugel der Pumpe in die äussere Atmosphäre gedrückt werden soll. Ueber der Kugel biegt sich eine Capillare etwa 4 cm nach unten, ist dann umge-

bogen nach oben und mündet in ein weiteres Gefäss *b*, dieses ist am oberen Ende mit einem Kegelventil *c* versehen. An dem unteren Boden dieses Gefässes *b* ist noch ein Manometer *d* mit einer Capillare von demselben Durchmesser wie *a* angeschmolzen. Wird nun das Quecksilber in der Kugel emporgedrückt, so treibt es die Luft durch *a*, *b* und *c* aus. Ventil *c* wird ganz in die Höhe gehoben, weil es wenn das Quecksilber eine gewisse Höhe erreicht hat, auf demselben schwimmt. Beim Fallen des Quecksilbers, um einen luftleeren Raum in der Kugel der Pumpe herzustellen, bleibt das Quecksilber in der Capillaren zwischen *b* und der Kugel und hindert das Eindringen der in dem Gefässe *b* etwa zurückgebliebenen Luft in die Kugel. In *b* bildet sich dabei ein sehr luftverdünnter Raum. Wird nun das Quecksilber wieder in die Höhe gedrückt, so tritt die Luftblase aus der Kugel in einen sehr luftverdünnten Raum ein, während sie bei der Töpler'schen Einrichtung in die Atmosphäre geschafft wird also unter einem starken Drucke steht, unter welchem sie an den Gefässwänden haften bleiben kann. Das seitlich angeschmolzene Manometer *d* erlaubt den Grad der Verdünnung zu bestimmen durch den Druck der in der Capillare *a* zusammengepressten Luft. Das Kegelventil kann auch durch einen Hahn ohne Fettung, um welchen Quecksilber gegossen ist, ersetzt werden. Derselbe muss dann beim Herauspressen der Luft geöffnet werden. Wenn die Verdünnung sehr vorgeschritten ist, braucht dieses Oeffnen nur nach mehrmaligem Pumpen zu geschehen, weil auch durch die hineingepresste Luft die Dichtigkeit der Luft in *b* sehr wenig zunimmt. Das Kegelventil kann schliesslich auch durch das Töpler'sche Auslassrohr ersetzt werden. Mit dem Ventil ist die Pumpe aber weniger zerbrechlich.

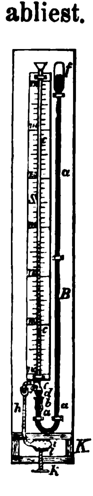
Hr. **O. Braun** trug vor:

Eine Verbesserung am Huyghens'schen Barometer.

Das Huyghens'sche Barometer eignet sich bekanntlich vermöge der vergrösserten Skalentheile recht gut zur Beobachtung der Luftdruckschranken, ist aber nicht anwendbar zum genauen

Messen, weil seine Angaben nicht nur von dem Rohrdurchmesser, sondern auch von der Menge des gerade darin vorhandenen Wassers abhängen. Der Zweck der von mir angebrachten Aenderung ist nun der, an Empfindlichkeit das HUYGHENS'sche Instrument noch zu überbieten, ohne doch der Genauigkeit Eintrag zu thun.

Die Ablesung geschieht bei mir ebenso wie bei HUYGHENS an einer auf dem offenen Schenkel ruhenden Wassersäule, aber mit dem Unterschiede, dass bei mir das Vergrösserungsverhältniss der Skala nicht abhängig ist von dem Durchmesser der Röhren, sondern einfach das der specifischen Gewichte von Wasser und Quecksilber, bezugsweise ein Vielfaches davon ist. Auch ist bei mir die Menge des vorhandenen Wassers ganz ohne Einfluss auf die Richtigkeit. Ich messe mit einer Wassersäule, wieviel der jeweilige Luftdruck geringer ist als ein gewisser z. B. 794 mm Quecksilber. Sind z. B. 472,4 mm Wassersäule nöthig, um die Quecksilbersäule auf 794 mm zu bringen, so ist der Luftdruck gleich $794 - \frac{462,4}{13,6} = 760$ mm. Die Skala ist natürlich so getheilt, dass man daran direkt den Luftdruck in mm Quecksilber abliest.



Nebenstehende Figur stellt das Barometer im Maassstabe 1:10 dar. In den offenen Schenkel des heberförmigen Rohres *a* ist bei *b* ein Glasrohr *c* eingeschliffen, das unten bei *d* kugelförmig erweitert ist, darüber einen angeschmolzenen Stutzen hat und am oberen offenen Ende in einen Trichter ausgeht.

Durch den Stutzen *g* und einen Gummischlauch *h* ist das Rohr *c* in Verbindung mit dem wassererfüllten Gummiball *i*. Dieser kann durch eine Scheibe *l* vermittelst der Schraube *k* zusammengedrückt werden.

In der kugelförmigen Erweiterung ist eine schwarze Glasspitze *e* eingeschmolzen, ebenso in dem luftleeren Raum des Rohres *a* eine solche Spitze *f*. Die senkrechte Entfernung beider Spitzen betrage 794 mm; sie kann auch eine andere sein, wenn sie nur grösser ist als dem höchsten

Luftdruck entspricht, welchem das Instrument ausgesetzt werden soll.

In das Barometer ist soviel Quecksilber zu geben, dass dasselbe bei einer bestimmten, leicht wieder herzustellenden Temperatur, z. B. 20° C., den Raum zwischen den beiden Spitzen *e* und *f* erfüllt und durch den Trichter *c* soviel Wasser, dass dasselbe bei herabgedrehter Schraube *k* den Gummiball ganz erfüllt und eben an das untere Ende der Skala reicht.

Will man den Barometerstand ablesen, so dreht man solange an der Schraube *k*, bis die Spitze *e* eben die Oberfläche des Quecksilbers berührt und findet nun an der Skala neben der Oberfläche der Wassersäule den Druck in mm Quecksilbersäule angeschrieben.

Die zweite Spitze *f* hat man dabei nicht nöthig zu beobachten; dieselbe dient nur dazu um bei der Aufstellung des Instrumentes sich überzeugen zu können, ob die richtige Quecksilbermenge darin ist und um die Temperaturcorrection zu machen, wenn der höchste Grad von Genauigkeit verlangt wird.

In diesem Falle stellt man nicht auf die untere, sondern auf die obere Spitze ein und berechnet, welchen Einfluss die Temperatur auf die Quecksilber- und auf die Wassersäule hat.

Dieses Verfahren wird nur in seltenen Fällen nöthig sein; denn bei der Einstellung auf die untere Spitze *e* ist das specifische Gewicht der langen Quecksilbersäule ohne Einfluss, weil sie nicht gemessen, sondern gewogen wird. Temperaturänderungen des kurzen Schenkels und der Wassersäule beeinträchtigen das Resultat natürlicherweise nur wenig, nämlich höchstens $^1/_5$ soviel als bei einem gewöhnlichen Barometer, denn wenn auch die Ausdehnung des Wassers mehr als noch einmal so gross ist als die des Quecksilbers, so ist doch der Fehler proportional mit dem specifischen Gewicht, also 13,6 Mal kleiner; ausserdem hat die Wassersäule nur bei sehr niedrigem Luftdrucke eine erhebliche Länge.

Hr. Fuess hier hat es übernommen, solche Barometer anzufertigen.

Hr. **Kayser** zeigte einen Apparat zur photographischen Momentan-Aufnahme, bei welchem die Schlussklappen durch Luftdruck bewegt werden.

Hr. **Neesen** bemerkte in Bezug auf einen Vortrag von Hrn. THIESEN über die Abweichung der Geschosse in einer früheren Sitzung*), dass die Erfahrungsresultate mit der dort für die Abweichung gegebenen Erklärung durch die Erdrotation nicht stimmen. Während nach der letzteren Erklärungsweise in einem bestimmten Falle eine Abweichung von 8 m herauskommt, giebt die Erfahrung in demselben Falle eine Abweichung von etwa 120 m.

No. 12. Sitzung vom 3. November 1882.

Ausgegeben am 13. November.

Vorsitzender: Hr. RÖBER.

Hr. **A. König** machte folgende Mittheilung:

Ueber neue Beobachtungen mit dem Leukoskop.

In der Sitzung vom 3. Febr. d. J.**) habe ich das von Hrn. Geh. Rath HELMHOLTZ konstruirte Leukoskop beschrieben, seine Theorie entwickelt und bereits über einige der mit ihm gemachten Bèobachtungen Bericht erstattet.

Bevor ich nun auf weitere bisher erlangte Resultate übergehe, muss ich eine Angabe berichtigen, welche ich damals auf Grund unzureichenden Beobachtungsmaterials gemacht habe, dass nämlich der vordere Nicol, wenn das Leukoskop bei einfallendem Sonnenlichte für mein linkes Auge eingestellt ist, für j e d e Quarzdicke um $^1/_3$ bis $^1/_2$ Grad im Sinne des Uhrzeigers gedreht werden muss, um eine Einstellung für das rechte Auge zu ergeben. Die sehr zahlreichen seitdem gemachten Beobachtungen zeigen nun aber, dass diese Drehung nicht einmal der Richtung nach constant

*) Diese Verhandlungen 1882, No. 7.

**) S. diese Verhandlungen 1882. No. 2.

ist und dass auch ihre Grösse sehr differirt. Die zwischen meinen beiden Augen wahrscheinlich bestehende geringe Abweichung der Empfindlichkeitscurven für die drei Grundfarben tritt demnach bei der Einstellung des Leukoskopes nicht in so einfacher Weise in die Erscheinung, wie es nach der frühern Angabe zu sein schien.

Ueber die functionelle Verbindung, welche zwischen den beiden Variablen des Leukoskopes, nämlich der Quarzdicke und der Stellung des vordern Nicols, besteht*), lassen meine bisherigen Versuche mit Bestimmtheit erkennen, dass sie beim Sonnenlicht nicht durch eine lineare Gleichung ausgedrückt werden kann.

Ich habe Einstellungen des Leukoskopes für Sonnenlicht, Gaslicht und Stearinkerzenlicht bei verschiedenen Quarzdicken vorgenommen, welche zwischen 11 und 23 mm lagen und gefunden, dass bei allen diesen Quarzdicken der zur Einstellung erforderliche Neigungswinkel zwischen dem Hauptschnitte der beiden Kalkspathrhomboeder und der Polarisationsebene des Ocularnicols beim Sonnenlicht grösser ist als beim Gaslicht, und bei diesem wiederum grösser als beim Licht der Stearinkerze.

Infolge dieser Uebereinstimmung habe ich für die übrigen untersuchten Lichtarten nur eine einzige Quarzdicke und zwar eine solche von 20 mm benutzt. Bei rechtsdrehendem Quarze sind die nachstehenden Werthe des Neigungswinkels so zu verstehen, dass von dem Hauptschnitt der Kalkspathrhomboeder zur Polarisationsebene des Nicols im Sinne der Drehung des Uhrzeigers übergegangen wird.

Stearinkerze	71,2°
Leuchtgas (Schnitt- und Argandbrenner)	71,5°
Im Sauerstoff brennender Phosphor	75—77°
Drummond'sches Kalklicht	76,7°
Elektrisches Kohlenbogenlicht	ca. 79°
Magnesiumlicht	86,3°
Sonne (resp. beleuchtete Wolken)	90,5°

---

*) Vergl. die Bemerkung von Hrn. H. Helmholtz in diesen Verhandl. 1882. No. 2

Diese Zahlen sind die Mittelwerthe aus mindestens je 12 Einzelbeobachtungen; nur bei dem im Sauerstoff brennenden Phosphor gebe ich die beiden äussersten Grenzen der erhaltenen Werthe, da die heftig flackernde Flamme die Sicherheit der Einstellung sehr beeinträchtigte; bei dem elektrischen Kohlenbogenlicht war die Einstellung ebenfalls ziemlich unsicher. Soweit diese Lichtquellen spektro-photometrisch untersucht worden sind, zeigte sich nun, dass mit der Grösse des eben angegebenen Neigungswinkels auch die relative Intensität der verschiedenen Theile des Spektrums sich derjenigen des Sonnenlichtes nähert, so dass wir also in dem Leukoskop einen sehr bequemen Apparat besitzen, die Farbe einer Lichtquelle zu bestimmen. Die grosse Differenz zwischen den Einstellungen für das elektrische Kohlenbogenlicht und denjenigen für das Magnesiumlicht, die vielleicht auffallend erscheinen möchte, steht sowohl in Uebereinstimmung mit den spektro-photometrischen Messungen, wie auch mit der Thatsache, dass mehrere Farbennuancen, die man bei elektrischem Lichte nicht von einander zu unterscheiden vermag, im Magnesiumlichte gut zu erkennen sind*).

Ausser mit den oben erwähnten Lichtarten habe ich zahlreiche Messungen an elektrischen Glühlampen gemacht. Herr Geh. Rath Dr. Wern. Siemens stellte mir hierzu freundlichst die reichen Mittel seines Laboratoriums zur Verfügung, wofür ich ihm und Hrn. Dr. O. Frölich, der mich in liebenswürdiger Weise unterstützte, meinen besten Dank sage. Es wurde bei diesen Versuchen die Intensität des Stromes in $\frac{\text{Dan}}{\text{Quecks.-Einh.}}$ und die Lichtintensität in Normalkerzen bestimmt und beides mit den am Leukoskope erlangten Einstellungen verglichen. Von den zahlreichen Versuchsreihen will ich hier nur zwei anführen, welche sich auf eine Swan'sche und eine Edison'sche Lampe beziehen.

---

*) Hierzu gehören besonders die sog. „Mischfarben“ „mode“ und „bronce“ der Färber. Es wird von dem Vortragenden experimentell gezeigt, dass diese Nuancen, deren Färbung noch immer am Tage vorgenommen werden muss (während alle andern Farben bei Benutzung des elektrischen Kohlenbogenlichtes verglichen werden können) im Magnesiumlichte deutlich zu unterscheiden sind.

Es bezeichnet J die Stromintensität, L die Lichtintensität der Glühlampe und β den oben definirten Einstellungswinkel am Leukoskope.

Swan'sche Lampe.

$\frac{\text{Dan}}{\text{Q.-E.}} = J$	L	β
0,45	nicht messbar	61,7°
0,53	0,2 N.-K.	63,2
0,68	0,9	66,3
0,81	2,6	69,6
0,94	6,8	71,4
1,06	15,3	72,7
1,20	26,5	74,8
1,32	39,8	76,0
1,43	66,1	77,3
1,52	90,0	77,7
1,59	97,9	77,9
1,63	111,0	77,8

Edison'sche Lampe.

J	L	β
0,27	0,1	63,9
0,40	1,2	67,7
0,54	6,6	71,2
0,67	19,1	73,7
0,80	47,5	76,0
0,85	59,0	77,0

Die Swan'sche Lampe brannte, während eine Steigerung der Lichtintensität über 111 Normalkerzen versucht wurde, durch. Sowohl bei ihr wie auch bei allen andern zur Messung benutzten Swan'schen und Siemens'schen Lampen zeigte sich das übereinstimmende Resultat, dass die Einstellung am Leukoskope sich mit steigender Strom- und Lichtintensität asymptotisch einem Maximalwerthe nähert*). Bei den Edison'schen Lampen war diese Grenze wegen der grossen dazu erforderlichen Anzahl von Ele-

*) Die bei der Swan'schen Lampe an der letzten Ablesung auftretende geringe Abweichung von diesem Gesetze ist ohne Zweifel als Beobachtungsfehler zu erachten.

menten nicht zu erreichen; doch zeigen die gemachten Beobachtungen, wie auch aus der oben mitgetheilten Versuchsreihe hervorgeht, keinen Widerspruch mit der Annahme, dass auch bei ihnen mit weiterer Steigerung der Intensität dieselbe Erscheinung eingetreten sein würde. Es liegt nun die Vermuthung nahe, dass dieses bei den Glühlampen vorkommende Maximum der Annäherung an die Farbe des Sonnenlichtes zusammenfällt mit der Farbe der glühenden Kohlenspitzen beim elektrischen Bogenlicht. Eine mit grossen experimentellen Schwierigkeiten verbundene Einstellung der letzteren im Leukoskope ergab den ungefähren Werth des Neigungswinkels gleich 79°. Die Unsicherheit dieses Werthes ist aber so gross, dass ich trotz der 1° übersteigenden Differenz beider Einstellungen jene Vermuthung nicht für widerlegt zu erachten vermag.

No. 13. Sitzung vom 17. November 1882.

Ausgegeben am 29. November.

Vorsitzender: Hr. Helmholtz.

Hr. **E. Hagen** trug vor:

Ueber die Wärme-Ausdehnung des Natriums, des Kaliums und der bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Legirung beider in festem und im geschmolzenen Zustande, sowie über die Bestimmung ihrer Capillaritätsconstanten.

Wegen ihres hohen Schmelzpunktes sind die Metalle hinsichtlich ihrer Wärme-Ausdehnungs-Coefficienten bisher stets nur im festen Zustande untersucht worden. Die einzige Ausnahme hiervon bildet einerseits das Quecksilber andererseits die Rose'sche resp. Wood'sche Metalllegirung, welche letztere zuerst von Erman, später von Kopp und neuerdings von Spring untersucht worden ist.

Ich gestatte mir im Nachfolgenden kurz die Resultate einer Arbeit mitzutheilen, deren Zweck es war, die Wärme-Ausdehnungs-Coefficienten des festen sowie des geschmolzenen Natriums,

Kaliums und der von GAY-LUSSAC und THENARD 1811 entdeckten, merkwürdiger Weise bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Kalium-Natrium-Legirung zu bestimmen.

Die zu der Untersuchung dienenden Metalle waren so rein, als sie im Handel zu haben sind*), die Legirung wurde durch Zusammenschmelzen des Natriums und Kaliums im Verhältniss der Atomgewichte (23 : 39) erhalten, sie stellt dabei eine in ihrem Aeusseren dem Quecksilber ähnliche, das Glas nicht benetzende Flüssigkeit von sehr schöner Silberfarbe und dem spec. Gew. 0,89 dar, und verhält sich übrigens in reibungselektrischer Beziehung gegen Glas wie Quecksilber.

Bei dem festen Natrium und Kalium wurde die Bestimmung des Ausdehnungs-Coefficienten auf zwei Weisen ausgeführt

1) durch directe Messung der Längenausdehnung,

2) nach der dilatometrischen Methode.

Zum Zweck der Bestimmung auf ersterem Wege wurden das Natrium und Kalium in fingerdicke Stäbe von etwa 400 mm Länge gegossen und nahe ihren Enden kurze Stecknadeln als Marken senkrecht zur Längsrichtung der Stäbe eingesteckt. Die so vorgerichteten in dünnwandige, weite Glasröhren eingeschmolzenen Metall stäbe setzte man in einem mit Glasfenstern versehenen Wasserbadkasten horizontal liegend verschieden hohen Temperaturen zwischen 0 und 50° aus und maass jedesmal den Abstand zwischen den als Marken dienenden Stecknadelköpfen mittels einer als Horizontalkathetometer eingerichteten Theilmaschine.

Die Versuche ergaben, dass sowohl das Natrium wie das Kalium innerhalb der erwähnten Temperaturgrenzen sich fast genau proportional der Temperatur ausdehnte, so dass die Längen l_t der Metallstäbe bei der betreffenden Temperatur t sich sehr wohl durch die Formeln

$$l_t = l_0.(1+0{,}000070.t) \quad \text{bei dem Na}$$
$$l_t = l_0.(1+0{,}000085.t) \quad \text{bei dem K}$$

darstellen liessen.

*) Die chemische, von meinem Freunde, Herrn Prof. Hempel in Dresden, ausgeführte Analyse ergab nur spurenweise vorhandene, nicht bestimmbare fremde Beimengungen.



Die gemessenen Verlängerungen selbst betrugen zwischen 0 und 50° bei dem Natrium 1,3, bei dem Kalium 1,4 mm. Obwohl nun dieses Grössen sind, die immerhin recht beträchtlich und genau messbar sind, so waren doch die mittels der dilatometrischen Methode erhaltenen Resultate jedenfalls ungleich viel zuverlässiger. Die Beschreibung der Einzelheiten der Untersuchungsmethode und der Herstellung der Apparate, welche wegen der leichten Entzündlichkeit und Oxydirbarkeit des Natriums und besonders des Kaliums mit ausserordentlich grossen, experimentellen Schwierigkeiten verknüpft war, muss ich einer späteren Publication vorbehalten und bemerke hier nur, dass in die Dilatometer im Vacuum eine gewisse Menge des betreffenden Metalls oxydfrei eingeführt wurde derart, dass es fast das ganze Dilatometergefäss erfüllte. Durch Abbrechen der Spitze des luftleeren Dilatometers unter Steinöl konnte letzteres nachgefüllt werden, von dem alsdann mittels eines in das getheilte Messrohr des Dilatometers eingeführten, engen Röhrchens so viel herausgesaugt wurde, dass der Stand der Steinölkuppe im Messrohr ein passender war. Das zu den Dilatometern verwendete Glas und das durch fractionirte Destillation aus sogenanntem „Kaiseröl" gewonnene, hochsiedende (S. P. etwa 190°) Steinöl, welches vorher eine Zeitlang mit metallischem Natrium behandelt wurde, waren genau hinsichtlich ihrer Ausdehnung untersucht. Um die Ausdehnungs-Coefficienten der Metalle in geschmolzenem Zustande zu ermitteln, wurden Dilatometer hergestellt, welche nichts als nur das betreffende Metall (im Vacuum) enthielten und die also Thermometer repräsentirten, deren Flüssigkeit das betreffende geschmolzene Metall war.

Zu den Versuchen selbst senkte man die Dilatometer in unten geschlossene, mit Steinöl gefüllte Messingröhren ein, welche letztere in einem grossen Wasserbade erhitzt wurden, dessen Temperatur durch fortwährendes Umrühren mittels eines kleinen Wassermotors constant gehalten ward.

Die dilatometrischen Versuche erstreckten sich bei den festen Metallen von 0 bis zum Schmelzpunkt, bei zwei älteren Beobachtungsreihen von —11° an aufwärts, bei dem geschmolzenen

Natrium vom Schmelzpunkt bis 168,7°, bei dem Kalium bis 110° und bei der K | Na-Legirung bis 100°.

Bis zu noch höheren Temperaturen konnten die Versuche nicht ausgedehnt werden, weil dann regelmässig Zersetzung des Glases durch das geschmolzene Metall einzutreten begann.

Da die Angabe der Schmelzpunkte des Na und K bei den verschiedenen Beobachtern sehr variiren, so habe ich auch sie einer neuen, genauen Bestimmung durch Ermittelung der Erstarrungstemperatur unterworfen.

Die Ausdehnungsversuche ergaben folgende Resultate:

1) Natrium. Schmelzpunkt 97,6°. Zwischen 0 und 95° ist die Ausdehnung nahezu der Temperatur proportional, zwischen 95° und 97° beginnt die Ausdehnungscurve rapide zu steigen, im Momente des Schmelzens tritt eine Volumenvermehrung von fast 2,5 pCt. ein. Das geschmolzene Metall dehnt sich genau proportional der Temperatur, aber stärker aus als zwischen 0 und 95°.

2) Kalium. Schmelzpunkt 62,1°. Zwischen 0° und 50° ist die Ausdehnungscurve fast ganz gerade, oberhalb 50° rasches Ansteigen der Curve, Sprung des Volumens beim Schmelzen etwa 2,6 pCt., zwischen 50° und dem Schmelzpunkt 3,1 pCt. Oberhalb des Schmelzpunktes ist die Ausdehnung des Metalls wiederum der Temperatur proportional, aber stärker als die des festen Metalls.

3) K | Na-Legirung. Schmelzpunkt +4,5°. Zwischen −10° und +5° sehr rasches Ansteigen der Ausdehnungscurve, die oberhalb des Schmelzpunktes wieder als Gerade verläuft. Es war mir von besonderem Interesse zu sehen, ob diese höchst merkwürdige, bei +8° breiig und erst bei 4,5° fest werdende K | Na-Legirung etwa dieselbe Anomalie in ihrer Ausdehnungscurve in der Nähe des Schmelzpunktes zeige, wie eine solche von Erman bei der Rose'schen Metalllegirung beobachtet worden ist. Zu dem Zwecke stellte ich eine grosse Zahl von Volumenbeobachtungen der Legirung in der Nähe ihres Schmelzpunktes an, die graphisch aufgetragen wurden. Indess zeigte sich hier kein Maximum des Volumens, von dem

ab die Curve mit steigender Temperatur wieder gefallen wäre. Der Verlauf der Curve war der oben angegebene.

Die sämmtlichen Berechnungen wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeführt und dabei für die Ausdehnungscurve der festen Metalle die Formel

$$v_t = v_0(1+bt+ct^2),$$

für die der geschmolzenen die Formel

$$v_t = v_\sigma(1+\delta(t-\sigma))$$

den Berechnungen zu Grunde gelegt. v_0 und v_σ bedeuten dabei das Volumen bei 0° resp. bei dem Schmelzpunkt σ.

Zusammenstellung der Zahlenwerthe.

I. Natrium

fest: cubischer Ausd.-Coeff. zwischen 0 und 95°

Dilatom. III. $\begin{cases} b = 0{,}0002051 \\ c = 0{,}0000002273 \end{cases}$

Dilatom. IV. $\begin{cases} b = 0{,}0002028 \\ c = 0{,}0000002573 \end{cases}$

mittlerer linearer Ausd.-Coeff. zwischen 0 und 50°

Dilatometr. Methode	Längenmessung
0,0000721	0,000070

geschmolzen: δ = 0,0002781 (zwischen 97,6° und 169°)

II. Kalium

fest: cubischer Ausd.-Coeff. zwischen 0 und 50°

Dilatom. I. $\begin{cases} b = 0{,}0002407 \\ c = 0{,}0000001798 \end{cases}$

Dilatom. II. $\begin{cases} b = 0{,}000238 \\ c = 0{,}0000002387 \end{cases}$

mittlerer linearer Ausd.-Coeff. zwischen 0 und 50°

Dilatom.	Längenmessung
0,0000833	0,000085

geschmolzen: δ = 0,0002991 (zwischen 62,1° und 110°)

III. K | Na-Legirung

geschmolzen: $\delta = 0,0002861$ (zwischen 10° und 100°)

	Schmelzpunkt	Vol. von 1 grm in ccm	Spec. Gew.
Na	97,6°	bei 0° 1,028296 - 97,6° 1,07682 (geschm.)	0,97248 bei 0°
K	62,1°	- 0° 1,156723 - 62,1° 1,205127 (geschm.)	0,86451 - 0°
K | Na-Legirung	4,5°	- 4,5° 1,12292 (geschm.)	0,8905 - 4,5°

Was die in den Dilatometern enthaltenen Mengen Metalls und eventuell Steinöls anlangt, so enthielt das

Dil.						
Dil. III	circa 44 grm	Na	und nur 1,5	resp. 0,4 grm	Steinöl
- IV	- 48 -	-	- - 1,5	- 0,7 -	-
- I	- 40 -	K	- - 2,56	- 2 -	-
- II	- 41 -	-	- - 1,67	- 1,1 -	-

so dass also kleine Fehler in der Bestimmung der Ausdehnung des Steinöls ziemlich unschädlich für das Resultat sein mussten. Die zu den Ausdehnungsversuchen der geschmolzenen Metalle dienenden Dilatometer enthielten circa 27,6 grm Na, 22 grm K und 24 grm. Legirung.

Vergleicht man den auf voriger Seite angegebenen linearen Ausdehnungscoefficienten des festen Natriums und Kaliums mit dem anderer Metalle z. B.

Blei	0,0000285
Eisen	0,000012
Kupfer	0,0000175
Zink	0,000029

so sieht man, dass jener bedeutend grösser ist wie dieser. Auch der Ausdehnungs-Coefficient der geschmolzenen Metalle ist erheblich grösser als der des Quecksilbers = 0,0001815.

Die Uebereinstimmung der Resultate der einzelnen Versuchsreihen war eine sehr befriedigende, hingegen stimmt der von mir ermittelte Ausdehnungs-Coefficient des festen Natriums mit dem von Hrn. De Lucchi*) angegebenen in keiner Weise überein, da

*) de Lucchi, Atti del R. istituto Veneto (5) IX, 445—464. 1880.

Letzterer eine grosse Abhängigkeit des Ausdehnungs-Coefficienten von der Temperatur gefunden hat, die sich in der von ihm für den mittleren Ausdehnungs-Coefficienten k zwischen 0 und 40° aufgestellten Formel:

$$k = (0{,}000141778 + 0{,}00000052\,t + 0{,}0000000026\,t^2)$$

ausspricht. Da jedoch de Lucchi seine Untersuchung nach der für leicht oxydirbare Körper wenig geeigneten, hydrostatischen Methode ausgeführt hat, da ferner bei ihm die etwaigen Ungenauigkeiten in der Ausdehnungsbestimmung des Steinöls ganz, bei meinen Versuchen nur zum kleinen Theil in das Resultat hineingehen und ich fast identische Werthe mittels zweier ganz verschiedener Dilatometer erhalten und da endlich auch die Längenausdehnungsversuche gleichfalls ein mit meinen anderen Untersuchungen im Einklang stehendes Resultat ergeben haben, so glaube ich mit Recht meine Angaben als die richtigen ansehen zu können.

Capillarconstanten-Bestimmungen.

Die geschmolzenen Metalle K, Na und die bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Legirung beider benetzen das Glas nicht. Hierdurch wird es möglich in Röhren, in welchen man vollkommen oxydfreies Metall zum Schmelzen erhitzt, durch Messung der „Tropfenhöhe" in der von Hrn. Quincke*) vorgeschlagenen Art die Capillaritätsconstante der 3 Metalle zu bestimmen. Bezeichnen wir mit a den verticalen Abstand des verticalen vom horizontalen Element der Meridianschnittscurve eines Tropfens, so ist a^2 die von Hrn. Quincke „specifische Cohäsion" genannte Grösse, welche wir mit dem halben specifischen Gewicht zu multipliciren haben, um die Capillarconstante α (Oberflächenspannung, von Laplace mit $\frac{H}{2}$ bezeichnet) zu erhalten. Ich habe als Mittel aus je 4 Beobachtungen, die an 4 bis 6 verschiedenen derartigen für jedes Metall hergestellten Röhren angestellt wurden, folgende Werthe erhalten:

*) Quincke, Pogg. Ann. CXXXIV, 356.

	Tropfenhöhe a	spec. Cohäsion a^2	Capillarconstante $\alpha = \frac{H}{2} = a^2 . \frac{s}{2}$
Na	7,67 mm	58,83 □mm	27,23 mgrm
K	5,855 -	34,08 -	14,17 -
K | Na-Legirung	6,335 -	40,13 -	17,86 -

Hr. Quincke hat nach einer anderen Methode (durch Wägung von Tropfen, die aus einem Rohr von gemessenem Durchmesser ausflossen, cf. Pogg. Ann. CXXXV, 634. 1868) für das Na erhalten $a^2 = 52,97$, $\alpha = 25,75$, welche Werthe mit den von mir gefundenen leidlich übereinstimmen, während die von ihm für das Kalium gefundenen von Hrn. Quincke selbst nur „mit Vorbehalt" angeführt werden, er fand nämlich für das Kalium $a^2 = 85,74$ und $\alpha = 37,09$ und giebt selbst den Grund an, warum diese Zahlen jedenfalls zu gross ausgefallen sein müssen.

Hr. **Helmholtz** erstattete darauf Bericht über die Thätigkeit der internationalen elektrischen Commission in Paris, welche in der zweiten Hälfte des Oktober d. J. dort zusammengetreten war um hauptsächlich die Frage über die Widerstandseinheit zu prüfen. Es waren seit dem elektrischen Congress im Jahre 1881 verschiedene neuere Arbeiten über die Grösse der auf dem letzteren angenommenen theoretischen Einheit der British Association in Quecksilbereinheiten ausgeführt. Vortragender gab folgende Zusammenstellung für die gefundenen Werthe der theoretischen Einheit

Kohlrausch	1,0593 Q. E.	nach einer neuen experimentellen Bestimmung der Windungsfläche der gebrauchten Spirale,
Rayleigh	1,0624 -	nach der Methode der British Association, letzte Revision,
-	1,0620 -	nach der von Lorenz angegebenen Methode,
Glazebrook	1,0624 -	
H. Weber	1,0611 -	

W. Weber	1,0552 Q. E.	mit dem neuen grossen Apparat in Leipzig,
Rowland	1,0575 -	
Dorn	1,0546 -	
Fr. Weber	1,0471 -	

Da die letzte Bestimmung, welche von den übrigen erheblich abweicht, übrigens mit der früheren Bestimmung der British Association übereinstimmt, durch viele wohl mit einander übereinstimmende Versuchsreihen gestützt erschien, ebenso die das andere Extrem bildenden verschiedenen Versuchsreihen in Cambridge, so wurde zunächst von einer definitiven Festsetzung des Ohm abgesehen.

Die Commission veranlasste die Versendung eines Vergleichs-Etalons an die verschiedenen Beobachter mit dem Ersuchen die von denselben gebrauchten Widerstände mit diesem Etalon zu vergleichen.

Hr. Helmholtz hob besonders die Vorzüge der Methode von Kohlrausch zur experimentellen Bestimmung der Windungsfläche durch Vergleich der Wirkung des betreffenden Solenoides mit der eines einfachen Drahtkreises hervor, sowie die Methode von Lorenz zur Bestimmung der Grösse der Widerstandseinheit, bei welcher keine Stromesintensitäten gemessen werden müssen.

No. 14. Sitzung vom 1. December 1882.

Ausgegeben am 12. December.

Vorsitzender: Hr. Helmholtz.

Hr. **Hertz** zeigte und erläuterte ein kleines Dynamometer, in welchem alternirende Ströme nachgewiesen, resp. gemessen werden durch die Wärmewirkung, welche dieselben auf dünne Metalldrähte ausüben. Die gewöhnlichen Dynamometer leiden an einem grossen Widerstand und an einem grossen Werthe der Selbstinduction. Der letztere Umstand bewirkt, dass dieselben alternirenden Strömen einen scheinbar vergrösserten Widerstand entgegenstellen, und diese Vergrösserung kann sich bei sehr

schnell alternirenden Strömen bis zur Undurchdringlichkeit steigern. Für gewisse Untersuchungen, z. B. solche, welche die Entladungsströme Leydener Flaschen in kurzen metallischen Schliessungskreisen betreffen, werden daher die üblichen Dynamometer nahe unanwendbar. In solchen Fällen können dieselben mit Vortheil durch das hier beschriebene Instrument ersetzt werden. Dasselbe ist von grosser Handlichkeit, sehr kleinem Widerstand und verschwindender Selbstinduction, freilich auch nur von geringer Empfindlichkeit. Bei dem vorgezeigten Instrument war der Widerstand = 0,85 S. E., die Empfindlichkeit eine solche, dass ein Strom von 1 Daniell in 100 St., noch deutlich wahrgenommen, ein Strom von 1 Daniell in 30 St. und alle grösseren gut gemessen werden konnten. Die Einrichtung ist diese: Zwei horizontale möglichst dünne Silberdrähte, durch welche der Strom geleitet werden kann, und deren jeder nahezu in der Verlängerung des andern liegt, sind mit den von einander abgekehrten Enden an festen Haltepunkten befestigt; wo sie in der Mitte zusammenstossen, umschlingen sie von verschiedenen Seiten eine vertikale dünne Stahlaxe, so dass jede Verkürzung der Drähte diese Axe in einem gewissen Sinne zu drehen strebt, während jede Verlängerung der Drähte eine Drehung im entgegengesetzten Sinne gestattet. Die senkrechte Axe wird in ihrer Lage erhalten durch zwei in ihrer Verlängerung liegende dünnere Stahldrähte, deren Torsion gleichzeitig die Silberdrähte beständig gespannt hält. Jede Drehung der Axe wird mittelst Spiegels und Skala beobachtet. Soll das Instrument brauchbar sein, so muss der wirksame Draht äusserst dünn gewählt werden, bei dem vorgezeigten Instrument war sein Durchmesser gleich 0,06 mm. Es ist erstaunlich, mit welcher Geschwindigkeit in einem solchen Drahte die stationäre Temperaturvertheilung erreicht wird, 1 Secunde nach dem Schluss des Stromes kann die Ablesung erfolgen. Der Nullpunkt erwies sich als viel constanter und alle Unregelmässigkeiten zeigten sich als viel kleiner, als irgend erwartet werden konnte.

Hr. **Helmholtz** sprach über die thermochemischen und elektrochemischen Untersuchungen, welche er in den Berichten der Akademie der Wissenschaften veröffentlicht hat.

No. 15. Sitzung vom 15. December 1882.

Ausgegeben am 3. Januar 1883.

Vorsitzender: Hr. Helmholtz.

Hr. **Arthur Christiani** gab eine von Experimenten begleitete Mittheilung:

Ueber Absorption des Schalles durch Resonatoren.

Tönt eine singende Flamme nahezu oder völlig unison mit einer König'schen Stimmgabel so wird die gesammte Schallenergie fast momentan in nicht schallende Energie verwandelt, wenn man plötzlich dem oberen oder dem unteren Ende der singenden Röhre den Resonanzkasten der Gabel, jedoch ohne dieselbe, mit zugewendeter Oeffnung bis auf einige Centimeter nähert*). Der Resonanzkasten ist hierbei horizontal und in solcher Höhe zu halten, dass das betreffende Ende der Glasröhre in die Verlängerung der mittleren Längsaxe des Kastens zu liegen kommt.

Hält man statt des Resonanzkastens einen Helmholtz'schen Kugelresonator von genau derselben Abstimmung mit seiner Mundöffnung in gleicher Weise an das Ende der singenden Röhre, so bleibt derselbe wirkungslos, bis zu dem Momente, wo man mit dem Zeigefinger die hintere kleine Oeffnung des warzenförmigen Fortsatzes (die Spitze) verschliesst, wodurch man, wie Rayleigh**) lehrt, die Bildung von Strahlen verhütet. Auch dann findet

---

*) Man nehme z. B. ein Glasrohr von 600,0 mm Länge und 20,0 mm Durchmesser, versehe dasselbe behufs feinerer Abgleichung der Tonhöhe mit einer verschiebbaren Papierhülse von etwa 100,0 mm Länge und mache die singende Flamme bis auf 2 oder 4 Schwebungen oder auch gänzlich unison mit der Gabel Mi_3 (640 v. s.).

**) Rayleigh Theorie des Schalles, übersetzt von Neesen. Braunschweig 1880, II, p. 265.

plötzlich Absorption des Schalles*) Statt: geradeso wie bei Anwendung des Resonanzkastens springt die Flamme von der oscillatorischen, intermittirenden Bewegung in die des ruhigen Brennens über. Genau wie die eben erwähnten Resonatoren wirkt ferner eine einfache Pfeife, offen oder besser gedeckt, also eine cylindrische Pappröhre oder auch eine Glasröhre, wenn man ihre Länge so wählt, dass der Eigenton der Pfeife mit dem der Flamme unison ist. Der Querschnitt der Pfeifen darf bis zur Grösse des Querschnittes der singenden Röhre abnehmen. Es erweist sich freilich die Einstellung auf grösste Absorption um so zarter je enger die Röhre, je kleiner das Luftvolumen ist, welches absorbirend wirken soll.

Die Luftsäulen der absorbirenden Resonatoren schwingen bei diesen Versuchen so gut wie gar nicht nach: bis auf ein nicht nennenswerthes, kurzes und leises Nachklingen, welches von der Resonanz der Wände der Resonatoren herrührt, ist nichts von dem Momente an zu hören, wo die Flamme in Folge der Absorption schweigt. Man überzeugt sich hiervon am einfachsten, indem man als Absorbenten den Kugelresonator benutzt, aber die Oeffnung des warzenförmigen Fortsatzes, statt mit dem Zeigefinger, mit dem Trommelfelle seines eigenen Ohres deckt. Man kann so die Absorption am oberen oder am unteren Ende des tönenden Rohres belauschen.

Wenn nun aber auch die Absorption der schallenden Energie momentan zu erfolgen scheint, so ist doch eine gewisse merkliche Zeit nöthig, damit dieselbe eine totale werde.

---

*) Was den Ausdruck „Absorption“ betrifft, so sagt Rayleigh l. c. II, p. 254: „Es giebt Fälle, in denen ein Resonator Schall absorbirt, als wenn er selbst die Schwingungen anzöge und so dieselben von Regionen ablenkte, wohin dieselben sonst gelangen würden.“

Auf Seite 256 wird ein dem unsrigen ähnliches Beispiel angeführt. Auch Gripon in Comptes rendus LXXVIII, p. 1118 hat einen analogen Versuch beschrieben. Jedoch gehören diese Erscheinungen bisher noch zu den dunkelsten der Akustik. Rayleigh sagt l. c.: „Die Wirkung eines Resonators der unter dem Einflusse einer mit ihm im Einklange befindlichen Schallquelle steht, ist ein Punkt von erheblicher Feinheit und Wichtigkeit, und zwar einer, über den unter den akustischen Schriftstellern, den Autor nicht ausgenommen, ein gut Theil Confusion herrscht.“

Am schönsten lässt sich dieses einer Versammlung zeigen*), indem man sich zur Absorption einer aus zwei ineinander verschiebbaren Röhren bestehenden einfachen Pfeife bedient. Die eine der beiden Röhren ist hinten gedackt; sie ist es, die bewegt wird, während das vordere Ende der an beiden Seiten offenen und etwas engeren Röhre in fester Lage und bei grösserer oder geringerer Entfernung vor der oberen Oeffnung der singenden Flammenröhre ruht. Ein schmaler weisser Papierring auf der engeren Röhre markirt die Länge, in welcher die Pfeife ruhend, totaler Absorption fähig ist, und bei welcher sie sich als unison mit der Flamme erweist.

Jedesmal, wenn beim Hin- und Herschieben des gedackten Theiles der Pfeife der weisse Ring überschritten wird, schwillt die Intensität des Flammentones ab. Erfolgt die Ueberschreitung des Ringes schnell genug, bewegt sich das weitere Rohr pendelartig um die Ebene des Ringes als Ruhelage, dann bleibt die Absorption partiell und man erzeugt so künstlich Schwebungen von innerhalb gewisser Grenzen beliebiger Anzahl in der Zeiteinheit. Verweilt man zu lange in der Nähe des weissen Ringes, so wird die Absorption total.

Der Grad der Sensibilität der Flamme ist für die beschriebenen Beobachtungen gleichgültig: im Wesentlichen unterschiedslos, ob die Flammen von selbst — sit venia verbo — oder erst auf directe Erregung durch Angabe ihres Tones anfängt zu singen, gestalten sich hier die Erscheinungen. Das beste Erregungsmittel für eine nur im geringen Grade sensible (nicht von selbst erregbare) Flamme ist ein kurzer, trockener Schlag mit dem Knöchel des Zeigefingers auf den unisonen Resonanzkasten, dessen Mündung dem unteren Ende der sensibel gemachten Röhre, aber nur während des Anschlages**), zugewandt ist. Dieses Mittel wirkt mit grösster Präcision so lange, als nicht am oberen Ende der

*) Ich habe diese Versuche bereits seit drei Semestern in meinen Vorlesungen vorgeführt, nachdem ich das Grundphänomen in einer derselben zufällig beobachtet hatte.

**) Denn sonst wirkt der Kasten hinterher absorbirend.

Röhre ein zweiter absorbirender Resonator sich befindet; denn ein solcher macht die Flamme absolut unerregbar. Klopft man auf einen solchen, am oberen Ende der Glasröhre unverrückt liegen bleibenden, absorbirenden Resonator, während das untere Ende frei gelassen wird, so zeigt sich zwar jedesmal die Flamme bereit zu oscilliren; allein es obsiegt die Absorption zu schnell, als dass ein Ton hörbar wird. Nur wenn man die klopfenden Stösse schnell genug wiederholt, kommt ein kurzes, unterbrochenes Tönen zu Stande.

Was würde wohl geschehen, wenn wir die klopfenden Stösse noch häufiger, z. B. ungefähr oder genau in derselben Anzahl in der Zeiteinheit erfolgen liessen, wie die Schwingungen der tönenden Flamme? Würden nicht diese Stösse bei genügender Stärke die Absorption übercompensiren und ein stetiges Tönen der Flamme möglich machen können? Der Versuch bejaht diese Frage in unzweideutigster Weise. Schrauben wir die zugehörige Stimmgabel auf den Resonanzkasten, welcher eben noch total absorbirte, und nähern wir in gleicher Weise plötzlich dem oberen Ende des tönenden Rohres dieses combinirte System, so fährt die Flamme zu tönen fort und zwar gar nicht, oder in kaum merklicher Weise, geschwächt. Vorausgesetzt ist hierbei, dass der Ton nicht zu stark und dass die Unisonität keine vollkommene war, sondern dass im Abstande von einem halben Meter*) von der tönenden Röhre das erregte Resonanzsystem mit der tönenden Flamme 2—4 Schwebungen in der Sekunde ergab. War dagegen die Unisonität vollkommen, so kann auch das combinirte System dem oberen Röhrenende genähert die Flamme zum Schweigen bringen, freilich nur in einem Abstande von einem halben bis ein und einen halben Centimeter, während der Resonanzkasten ohne Gabel die Absorption im Abstande von fünf bis sieben Centimeter zu leisten vermag.

Hiernach scheint folgende Erklärung plausibel. Bei völliger Unisonität ist die Absorption so intensiv, dass die durch die

*) Diese Bemerkung ist nöthig, da die Anzahl der Schwebungen mit Annäherung an die Röhre sich ändert, vgl. auch Gripon l. c.

Uebertragung von Schwingungsenergie an die Stimmgabel hervorgerufene Reaction derselben gegen den Resonanzkasten die Absorption nicht überbieten kann. Machen wir die Absorption weniger intensiv, was wir dadurch erreichen, dass wir die Unisonität nur unvollkommen herstellen, so empfangen die Stösse, welche die Stimmgabel auf den Kasten ausübt, hinlängliche Kraft, um trotz der Absorption die Flamme im Tönen zu erhalten. Ist vollkommene Unisonität vorhanden, so zeigt sich die Wirkung der Stimmgabel eben nur darin, dass mit ihr erst in grösserer Nähe der Resonator total zu absorbiren im Stande ist.

Wirkte das combinirte System total absorbirend, so hört man es deutlich nachklingen. Die Absorption ist übrigens bei vollkommener Unisonität zwischen Flammenton und Resonanzsystem so gross, dass selbst bei angestrichener Gabel Absorption erfolgt, indem das Ausklingen der Gabel das Tönen der Flamme überdauert. Ein gewisser niedriger Grenzwerth der Schwingungsintensität der Gabel ist nicht mehr hinreichend die Absorption zu compensiren.

Umfasst man die ruhende vertical nach unten gerichtete Gabel des Resonanzsystemes längs der ganzen Ausbreitung ihrer Zinken sanft mit beiden Händen und führt man also den Resonanzkasten mit nach oben gerichteten Boden, im Uebrigen aber, wie zuvor, horizontal an das obere Ende des tönenden Rohres, so findet man bei unvollkommener Unisonität (2—4 Schwebungen p. Skd.) keine Absorption, wie nahe man auch der tönenden Röhre kommen möge. Dabei sind die Schwingungen der sekundär erregten Gabel in den Händen fühlbar. Entfernt man sich nun wieder um einige Centimeter von der tönenden Röhre und drückt man dann plötzlich die Gabel mit beiden Händen kräftig zusammen ohne den Resonanzkasten zu verrücken, so tritt sofort totale Absorption ein. Es macht einen eigenthümlichen Eindruck, wenn man den Flammenton so unter dem Druck auf die Gabel erlöschen sieht.

Die Stimmgabel Mi_3 kann bei diesen Versuchen ohne Aenderung des Resultates durch die Gabeln Ut_3 und Ut_4 ersetzt werden. Aber nicht nur diese Gabeln, sondern überhaupt, wie

es scheint, beliebige festelastische, schwingungsfähige und nicht zu schwere Körper können, auf den Resonanzkasten an Stelle der Gabel Mi_3 gebracht, die tönenden Schwingungen der Flamme der Absorption des Kastens gegenüber unterhalten. So genügt es, nach Entfernung der Gabel Mi_3, auf die Mitte des nach oben gewendeten Bodens des Resonanzkastens, der sich am oberen Ende der Röhre befindet, den Kugelresonator Mi_3, und zwar mit offener oder mit geschlossener Spitze, zu stellen. Dann ist die Flamme, sollte sie nicht von selbst singen, durch Schlag auf einen dem unteren Ende der Glasröhre genäherten unisonen Kasten erregbar, und es bleibt die Röhre im Tönen, so lange der Kugelresonator an Ort und Stelle belassen wird. Man kann hierbei um so dichter mit der Röhre an den Resonanzkasten rücken, ohne Absorption zu erhalten, je stärker die Flamme brennt. Hebt man aber den Kugelresonator vom Resonanzkasten leise ab, so tritt sofort totale Absorption ein. Ein Bell'sches Telephon oder ein Schlüsselbund an Stelle des Kugelresonators zeigen beim Aufsetzen und Abheben, nur weniger vollkommen, das Nämliche. — Druck auf den sonst freien Resonanzkasten ersetzt das Auflegen von Körpern nicht.

Wenn die Flamme unter Beeinflussung des oberen Endes der Röhre durch das combinirte, aus Kugelresonator und Resonanzkasten bestehende System (KR) tönt, so kann man durch richtige Wahl des Röhrenabstandes vom Mittelpunkte der Resonanzkastenöffnung das Uebergewicht der Schwingung befördernden über die absorbirenden Momente ausserordentlich klein machen, so klein, dass Näherung anderer unisoner Absorbenten bereits in sehr grosser Entfernung totale Absorption erzeugt. So wirkt paradoxer Weise ein aus Bleiblech gefertigter Resonanzkasten, auf das im Uebrigen freie Röhrenende kaum merklich schwächend ein, selbst wenn man seine Mündung so nahe wie möglich rückt. Findet aber das Tönen unter Einfluss des Systemes (KR) statt, so absorbirt der Bleiresonator total, wie sonst der Holzresonator, wenn nicht noch besser, d. h. auf noch grössere Entfernung, während für den Holzresonator die Entfernung, in welcher er total absorbirend wirkt, auf das Doppelte und mehr gestiegen

ist. Mit Gabel bewaffnet kann man aber unter diesen Umständen den zweiten Resonator bis dicht an das obere Ende der Röhre führen, ohne dass Absorption eintritt. Nur die Tonhöhe wird dabei etwas gesteigert.

Man darf nach diesen Beobachtungen wohl unterscheiden:

1) einfache resonirende Systeme, die erzwungenes Mitschwingen ohne Nachtönen geben und die innerhalb gewisser Grenzen vorzugsweise absorbirend wirken; aperiodisirte Resonatoren möchte ich sie nennen*), und

2) zusammengesetzte resonirende Systeme, in denen bei dem Mittönen neben den absorbirenden elastische Kräfte geweckt werden, welche ein Nachschwingen ermöglichen, wodurch das System zeitweise als sekundärer Erreger mit übercompensirter Absorption wirken kann. Die optischen Analoga dieser letzteren Systeme wären die phosphorescirenden Körper.

Was die Intensität der Flamme**) betrifft, so ist Folgendes zu beobachten.

Bei vollkommener Unisonität wirken zwar die einfachen Resonatoren, d. h. die Resonatoren ohne Gabel und ohne besondere schwingungsfähige Aufsätze, stets absorbirend, aber bei starker Intensität des Tones geschieht die totale Absorption erst in grösserer Nähe, als bei schwacher

*) s. Arthur Christiani: Ueber die Resonanz aperiodisirter Systeme. Verh. d. Berl. physiolog. Ges. 1878—79, p. 86-93 (du Bois-Reymond's Archiv) und Wiedemann, Beiblätter 1879, p. 580.

**) Vollkommene Unisonität lässt sich an Röhren erwähnter Art (s. oben pag. 1 Anmkg.) bei verschiedenen Höhen der Flamme über dem unteren Ende der Röhre erreichen. Je höher man mit der Flamme geht, desto mehr Gas hat man durch Oeffnen des Hahnes zuzuführen, desto länger wird die Flamme, desto stärker auch der Ton, dem sich aber mit zunehmender Erhebung der Flamme bald Rauhigkeiten hinzugesellen, wobei die Flamme Kräuselungen erhält. Letztere Erscheinung zeigt die obere Grenze der Brauchbarkeit des Apparates an. Die untere Grenze ist durch diejenige tiefste Stellung der Flamme gegeben, bei welcher ein nicht sehr starker aber sehr reiner Ton, und ein von Kräuselungen freies Flammenbild entsteht.

Flamme. Ist die Unisonität unvollkommen (s. p. 5) so tritt die Absorption noch mehr zurück; man kann dann bei starker Flamme mit dem Resonator so nahe an das obere Röhrenende gehen, dass derselbe in der gewöhnlichen Weise, also deutlich schallverstärkend, wirkt. Man kann dabei mit Holzkästen etwa bis auf einen, mit dem Kugelresonator bis auf etwa ein und einen halben Centimeter Abstand vorrücken. Es pflegt erst bei noch kleineren Abständen die Verstärkung des Tones in totale Absorption umzuschlagen. Die Verstärkung weicht aber einer partiellen, bez. auch einer totalen Absorption, wenn ein zweiter Resonator genähert wird.

Bemerkenswerther Weise erlischt der Ton bei starker Flamme und unvollkommener Unisonität wenn die Kästen mit Gabeln genähert werden. Aber bei starker Flamme und vollkommener Unisonität tönen die Resonanzkästen mit Gabeln unter kaum merklicher Abschwächung des Tones und unter Absorption etwa vorhandener Rauhigkeiten dauernd mit, während bei schwächerer Flamme und vollkommener Unisonität das Ueberwiegen der Absorption sich darin zeigt, dass mehr oder minder schnelles Abklingen erfolgt und zwar unter Vorangang einiger Schwebungen, wenn die Gabel vorher erregt war.

Untersuchen wir schliesslich die Absorptionswirkung des Resonanzkastens in verschiedenen Lagen zum tönenden Rohre, so finden wir bei sehr vollkommener Unisonität, dass der Kasten ohne Gabel auch in der verticalen Lage dicht neben und über der Röhre absorbirt, aber schwächer, als in der horizontalen Lage. Mit der Gabel ist in verticaler Lage meist gar keine Wirkung vorhanden. Bei unvollkommener Unisonität wirken die verticalen Stellungen unvollkommen oder gar nicht. Die horizontalen Ebenen in der Höhe des offenen oberen oder unteren Endes der tönenden Pfeife enthalten die Stellen stärkster Absorption. Bringt man in der oberen Horizontalebene zwei gleiche absorbirende Resonanzkästen so an, dass das offene Ende des tönenden Rohres symmetrisch liegt zu

den Oeffnungen der Resonatoren, wobei die mittleren Längsaxen der Resonatoren in der horizontalen Ebene beliebig gegeneinander gerichtet sein können, so wirkt keiner der beiden Kästen absorbirend, sondern es findet sogar, wenn man bis dicht an die Röhre gelangt ist, Verstärkung des Tones Statt. Tritt nun ein dritter Resonator z. B. der Kugelresonator hinzu, so wirkt derselbe absorbirend. Nähert man die beiden Resonanzkästen, von denen der eine auch durch den Kugelresonator ersetzt werden kann, dem oberen Ende asymmetrisch, so findet ebenfalls Absorption Statt, falls beide Resonatoren völlig unison miteinander sind. Sind sie letzteres nicht, so darf man denjenigen von ihnen dem Rohre näher bringen, welcher von der Unisonität mit dem Rohre am meisten abweicht, oder welcher aus anderen Gründen, also namentlich wegen vorhandener, bezüglich daran angebrachter, nachschwingender Theile, schwächer absorbirend wirkt.

Auf eine theoretische Deutung der hier mitgetheilten Thatsachen kann erst eingegangen werden, wenn nach anderer Seite hin von mir geplante und zum Theil schon angestellte Untersuchungen noch mehr Licht über diese merkwürdigen Erscheinungen verbreiten.

Verhandlungen

der

physikalischen Gesellschaft in Berlin

im Jahre 1883.

Zweiter Jahrgang.

Redigirt von

Prof. Dr. F. Neesen.

Berlin.

1884.

Inhaltsverzeichniss
der
Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin
im Jahre 1883, Band II.

Druck und Verlag von G. Reimer.

Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin.

No. 1. Sitzung vom 5. Januar 1883.

Ausgegeben am 16. Januar.

Vorsitzender: Hr. Helmholtz.

Hr. **Spörer** aus Potsdam machte Mittheilung, dass er eine grössere Untersuchung angestellt habe über Aenderung der heliographischen Breite der Sonnenflecke unter Zuziehung der sämmtlichen bedeutenderen Flecke der Jahre 1861 bis 1880. Nur die Flecke von langer Dauer haben ein Resultat ergeben und zwar sehr entschieden bei hoher Breite (d. h. über 20°) eine Zunahme der Breite. Für Flecke über 25° Breite beträgt diese Zunahme durchschnittlich fast 1° in 27 Tagen. Zwischen 5° und 10° Breite ist dagegen Abnahme der Breite durchaus überwiegend, indessen nur mit einem durchschnittlichen Betrage von 0,3° für 27 Tage.

Derselbe beschrieb dann ausführlich seine Beobachtung des Venus-Eintritts am 6. Dec. v. J., insbesondere wie nach Eintritt der Hälfte der Venus-Scheibe auf der nunmehr vollständig sichtbar gewordenen Scheibe keine gleichmässige Dunkelheit herrschte, sondern der grössere westliche Theil auffallend heller war als der dunkele Himmelsgrund, während die Dunkelheit des schmalen östlichen Theiles kaum verschieden war von derjenigen des dunkelen Himmelsgrundes. Dieser Unterschied der Schattirung auf der Venusscheibe wurde fortdauernd bemerkt bis nach er-

folgtem inneren Contakte, nach dessen Beobachtung die Sonne hinter Wolken verschwand. Besprochen wurde die Möglichkeit einer Erklärung der Erscheinung, je nachdem dieselbe als eine wirkliche oder nur als subjektive zu betrachten sei.

Hr. **Hertz** theilte darauf folgende Betrachtungen mit über die continuirlichen Ströme, welche die flutherregende Wirkung der Gestirne im Meere veranlassen muss.

In Folge der Reibung des Wassers der Meere in sich und am Grunde erscheint das Fluthellipsoid, dessen Axe ohne das Vorhandensein der Reibung die Richtung gegen das flutherregende Gestirn oder eine zu dieser senkrechte Richtung besitzen würde, gegen die genannten Lagen um einen gewissen Winkel gedreht. Die anziehende Kraft des flutherregenden Gestirns auf die Kuppen des Fluthellipsoids giebt daher Anlass zur Entstehung eines Kräftepaares, welches der Rotation der Erde entgegenwirkt. Die Arbeit, welche die stets rotirende Erde gegen dies Kräftepaar leistet, ist diejenige Energie, auf deren Kosten trotz der Reibung die Fluth- und Ebbebewegung stetig unterhalten wird. Die Uebertragung des zunächst an der Flüssigkeit angreifenden Kräftepaares an den festen Erdkern wäre indess unmöglich, wenn die Bewegung der Flüssigkeit gegen den Kern eine rein oscillirende wäre und das mittlere Meeresniveau mit dem mittleren Potentialniveau zusammenfiele, sie wird nur möglich dadurch, dass die Flüssigkeitsmasse beständig hinter dem rotirenden Kerne ein wenig zurückbleibt, oder dadurch, dass eine beständige Aufstauung über das Potentialniveau an den westlichen Küsten der Meere stattfindet, oder dadurch, dass eine Combination beider Vorgänge eintritt. Ich habe versucht, aus der Theorie der Bewegung reibender Flüssigkeiten eine Schätzung der Art und Grössenordnung der hier erregten Strömungen zu erhalten; das folgende ist das Resultat dieser Betrachtung. Es sei ein geschlossener Kanal gegeben, es sei l die laufende Länge, L die

ganze Länge desselben, h sei seine Tiefe, t die Zeit und T die Dauer des Tages. ζ bedeute die Abweichung des Wassers vom mittleren Niveau und es sei

$$\zeta = \zeta_0 \cos 4\pi\left(\frac{l}{L} - \frac{t}{T}\right)$$

eine halbtägige Fluthwelle, welche den Kanal unter dem Einfluss eines Gestirnes durchlaufen würde, wenn auf denselben die Gleichgewichtstheorie in Anwendung gebracht werden könnte. Dann ist die wirklich stattfindende Fluthwelle gegeben durch die Gleichung

$$\zeta = \zeta_1 \cos 4\pi\left(\frac{l}{L} - \frac{t}{T} - \varepsilon\right),$$

wo

$$\operatorname{tg} 4\pi\varepsilon = \frac{kAL}{2\pi\mu h^2(gh - A^2)}$$

und

$$\zeta_1 = \frac{2\pi g\mu h^3}{kAL}\zeta_0 \sin 4\pi\varepsilon$$

ist. Hierin bedeutet k die Reibungsconstante des Wassers,

$$A = \frac{L}{T}$$

die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle, μ die Dichtigkeit des Wassers und g die Beschleunigung durch die Schwere. In der Rechnung sind Grössen zweiter Ordnung vernachlässigt, unter Anderm ist in der freien Oberfläche die tangentiale Druckcomponente gleich Null gesetzt für das mittlere Niveau, während sie doch Null ist für das wahre Niveau. Man findet, dass dieser Fehler zweiter Ordnung ausgeglichen wird, wenn man in der Oberfläche in der Richtung der fortschreitenden Welle eine Zugkraft τ angreifend denkt, deren Grösse gleich dem Mittelwerth von $\mu\zeta X$ genommen über die Zeit ist, wenn X die Gravitationscomponente in Richtung des Kanals bezeichnet. Für die oben betrachtete Fluthwelle wird

$$\tau = \frac{4\pi^2\mu^2 g^2\zeta_0^2 h^3}{kAL^2}\sin^2 4\pi\varepsilon = \frac{Ak}{h^3}\zeta_1^2.$$

Diese Zugkraft entspricht einer Strömung, welche den Kanal in gleicher Richtung wie die Fluthwelle durchfliesst, die vom Grunde bis zur Oberfläche gleichförmig zunimmt und an der Oberfläche die Geschwindigkeit

$$u = \frac{4\pi^2 h^4 g^2 \mu^2}{k^2 A L^2} \zeta_0^2 \sin^2 4\pi\varepsilon = A \frac{\zeta_1^2}{h^2}$$

besitzt.

Wendet man dies auf die Erde an, so erkennt man, dass im Allgemeinen der fortschreitenden Fluthwelle eine Strömung in gleichem Sinne folgen muss; für einen in Richtung eines Breitengrades um die Erde gelegten Kanal wäre dies eine überall von Ost nach West gerichtete Strömung, für einen beliebig gelegenen Kanal eine solche Strömung, welche in der Nähe des Aequators von Ost nach West, in dem vom Aequator abgelegenen Theil entgegengesetzt gerichtet ist. Die Strömung ist im allgemeinen eine geringe, sie kann aber sehr merkliche Werthe annehmen, wenn die Länge und Tiefe des Kanals solche sind, dass die Dauer der Eigenschwingung des Wassers in ihm gleich der Dauer des Tages ist, wo dann ohne Berücksichtigung der Reibung Ebbe und Fluth unendliche Werthe annehmen würden. Zur Erlangung numerischer Werthe sind die angegebenen Formeln nicht geeignet, da die benutzten Differentialgleichungen nicht auf die Bewegung tiefer Gewässer anwendbar sind; in der That, setzt man für die Reibungsconstante denjenigen sehr kleinen Werth, welcher sich aus der Beobachtung an Capillarröhren ergiebt, so kommt man zu Fluthen von widersinniger Höhe und Strömungen von widersinniger Heftigkeit, andererseits erhält man nur Strömungen von etwa 100 m in der Stunde, wenn man die Formel

$$u = A \frac{\zeta_1^2}{h^2}$$

benutzt und für ζ_1 Werthe setzt, welche den thatsächlich beobachteten Fluthen entsprechen.

A posteriori kann man aus der annähernd bekannten Grösse der Fluthreibung einen Schluss ziehen auf die Grössenordnung der Ströme, welche die Gravitation veranlasst. Die Erde bleibt

in einem Jahrhundert 22 Sekunden hinter einem richtigen Chronometer zurück *). Um eine solche Verzögerung zu bewirken muss an ihrem Aequator beständig eine Kraft angreifen von Osten gegen Westen gerichtet von der Grösse von 530 Millionen Kilogramm. Denken wir uns diese Kraft vertheilt auf ein System von Küsten, welche parallel dem Meridian laufen, das Meer im Westen begrenzen und deren Gesammtlänge gleich einem Erdquadranten ist, so entfällt ein Druck von 53 Kilogramm auf jeden Meter dieser Küstenlänge, und um diesen Druck hervorzurufen, muss sich das Meer an diesen westlichen Küsten um 0,3 m über die Niveaufläche des Potentials erheben, mit welcher es an den östlichen Küsten zusammenfällt. Sofern also die angegebene Verlangsamung der Erdrotation überhaupt ihren Ursprung in der Fluthreibung hat, können wir schliessen, dass in Folge der flutherregenden Wirkung der Gestirne Abweichungen des mittleren Meeresniveaus vom mittleren Potentialniveau von $^1/_4$—$^1/_3$ m verursacht werden und Strömungen von solcher Ordnung, wie die genannten Niveaudifferenzen sie erregen können. Ohne dass wir die Grösse dieser Strömungen anzugeben vermöchten, können wir schliessen, dass sie sehr wohl an Stärke denjenigen ähnlich sein können, welche ihren Ursprung in Temperaturdifferenzen haben. Denn die Temperaturunterschiede können wohl Abweichungen des Meeresniveaus vom Potentialniveau bis zu mehreren Metern veranlassen, aber nur ein kleiner Theil dieser Grösse wird überhaupt zu Strömungen Anlass geben, und nur ein kleiner Theil dieses Theils zu Strömungen, welche von Ost nach West gerichtet sind.

Zum Schlusse theilt Hr. **W. Ostwald**, als Gast anwesend, die Resultate einer jüngst abgeschlossenen Arbeit über chemische Affinität mit. Wenn zwei zusammengesetzte Stoffe (A, B) und

*) Nach Thomson und Tait, Theor. Phys. § 830.

(A', B') derartig auf einander reagiren, dass die Stoffe (A, B') und (A', B) entstehen, und wenn gleichzeitig unter denselben Versuchsbedingungen sich die Stoffe (A, B) und (A', B') aus (A, B') und (A', B) zurückbilden können, so stellt sich ein Gleichgewicht der beiden möglichen Reaktionen her, indem es stets eine Quantitätsbeziehung der vier Stoffe giebt, welche einen dauernd unveränderlichen Zustand ermöglicht.

Dieser Zustand des chemischen Gleichgewichts ist nun von L. Pfaundler als ein solcher aufgefasst worden, bei welchem die beiden entgegengesetzten Reaktionen mit gleicher Geschwindigkeit verlaufen; die Aenderung, welche die eine Reaktion während einer bestimmten Zeit in dem System hervorbringt, wird alsdann vollständig rückgängig gemacht durch die andere, entgegengesetzte. Wenn diese Anschauung gegründet ist, so muss zwischen den Geschwindigkeiten, mit welchen die Reaktionen verlaufen und den Verhältnissen, bei welchen chemisches Gleichgewicht besteht, ein Zusammenhang stattfinden, dessen Form von dem Gesetz bestimmt wird, nach welchem sich die chemische Wirkung mit der relativen Menge der Stoffe ändert.

Ein solches Gesetz ist 1867 von Guldberg und Waage (Études sur les affinités chimiques, Christiania 1867) aufgestellt worden. Nach demselben ist die Wirkung der Menge der wirkenden Stoffe proportional, also, wenn es sich um eine Wechselwirkung zwischen zweien handelt, proportional dem Produkt der beiden Mengen; ausserdem hängt die Wirkung noch von der Natur der Stoffe ab. Sind α und β die beiden Mengen, so wird die Wirkung ausgedrückt durch das Produkt $k.\alpha.\beta$, wo k von der Natur der Substanzen und den Umständen der Reaktion abhängt. Das Maass der Wirkung der entgegengesetzten Reaktion ist entsprechend $k'.\alpha'.\beta'$, und Gleichgewicht tritt ein, wenn beide gleich werden, $k.\alpha.\beta = k'.\alpha'.\beta'$. Misst man die in Betracht kommenden Stoffe nach Einheiten, welche in Bezug auf die Reaktion äquivalent sind, und geht man von einem Zustand aus, bei welchem die Mengen von (A, B) und (A', B') gleich Eins, die von (A, B') und (A', B) dagegen Null sind, so kann man

$$\alpha = \beta = 1 - x, \quad \alpha' = \beta' = x$$

setzen, wo x die Mengen von (A, B) und (A', B') bedeutet, welche sich zu (A', B) und (A, B') umgesetzt haben, bis chemisches Gleichgewicht eingetreten ist. Dann wird aus obiger Gleichung

$$\frac{k}{k'} = \left(\frac{x}{1-x}\right)^2$$

d. h. die Grösse $\frac{k}{k'}$ ist gleich dem Quadrat des Verhältnisses der zersetzten zur unzersetzten Substanz, wenn die Stoffe in äquivalenten Mengen reagiren.

Der Vortragende hat früher experimentell erwiesen, dass bei der Reaktion einer Säure auf das Neutralsalz einer zweiten das Verhältniss der zersetzten zur unzersetzten Menge nur von den Säuren, nicht aber von der Basis abhängt. Daraus folgt, dass die Zersetzungsverhältnisse Werthe sind, die eine bestimmte Eigenschaft der Säuren ausdrücken; sie mögen Affinitätsconstanten derselben heissen.

Indem der Vortragende verdünnte Lösungen von Acetamid, $CH_3.CONH_2$ mit äquivalenten Mengen von verschiedenen Säuren zusammenbrachte, konnte er feststellen, dass die unter solchen Umständen stattfindende Umwandlung in Ammoniumacetat

$$CH_3.CONH_2 + H_2O = CH_3.COO.NH_4$$

in sehr verschiedenen Zeiten gleiche Stadien erreichte, und zwar verhielten sich die Zeiten annähernd umgekehrt wie die Quadrate der bereits früher festgestellten Theilungsverhältnisse $\frac{x}{1-x}$ oder Affinitätsconstanten. Dies ist aber ein Resultat, welches für die dargelegte Theorie von Guldberg und Waage und für Pfaundler's Anschauung überaus günstig ist, denn nach der letzteren sind die oben eingeführten Grössen k und k' proportional den Geschwindigkeiten, mit welchen die entgegengesetzten Reaktionen verlaufen, wenn man die naheliegende Annahme macht, dass die Reaktionsgeschwindigkeit proportional den wirkenden Substanzmengen ist.

Nach Analogie der in der Mechanik üblichen Methoden, Kräfte entweder durch die erzeugten Geschwindigkeiten oder

durch Herstellung eines Gleichgewichts zu messen, haben sich auch die chemischen Affinitätskräfte sowohl durch Reaktionsgeschwindigkeiten wie durch Gleichgewichtszustände messen lassen, und beide Messungen haben unter Voraussetzung des von GULDBERG und WAAGE aufgestellten Gesetzes der Massenwirkung zu genügend übereinstimmenden Resultaten geführt.

No. 2. Sitzung vom 19. Januar 1883.

Ausgegeben am 6. Februar.

Vorsitzender: Hr. Röber.

Hr. **B. Schwalbe** trug vor:

Ueber Eishöhlen.

Im Anschluss an seine früheren Mittheilungen (Verh. d. physik. Ges. 1882, März; Verhandl. d. Ges. für Erdk. 1881) berichtet der Vortragende über eine weitere Arbeit über Eishöhlen, die von ihm ausführlich in den „Mittheilungen der Sektion für Höhlenkunde des österreichischen Touristen-Club" 1883, No. 2, p. 1—9 veröffentlicht ist*).

Aus der sehr zerstreuten und z. Th. schwer zugänglichen Litteratur über den Gegenstand wird zunächst die Angabe über die Eishöhle von Illetzkaja Zatchita (Satchita) bei Orenburg hervorgehoben und besprochen, namentlich deshalb, weil von derselben wie von der Höhle von Scilicze in Ungarn behauptet wird, dass das Eis im Winter verschwindet und zu dieser Jahreszeit eine verhältnissmässig hohe Temperatur in dem Raume herrscht, während im Frühjahr die Eisbildung stattfindet und im Sommer

*) Leider ist in derselben eine Anzahl von Druckfehlern enthalten und stehen geblieben, da der Autor die Revision nicht selbst ausführen konnte. Der Titel der Publikation ist: Beitrag zur Frage über die Entstehung der Eishöhlen von Dr. B. Schwalbe.



eine sehr niedrige Temperatur herrscht. Da diese höchst merkwürdige Höhle wenig bekannt ist, möge eine kurze Schilderung derselben folgen.

„So wie durch seinen Boden aus Salz, so ist diese Gegend (Illetzkaja Zatchita bei Orenburg) auch noch durch zwei Gypshügel ausgezeichnet, von denen der eine durch die Bewohner an seiner Südseite künstlich ausgehöhlt (nach anderen ist die Höhlung vorgebildet gewesen und durch Kunst nur etwas erweitert worden) und zu einem Keller eingerichtet worden ist. Diese Höhle hat die merkwürdige Eigenschaft, dass sie in den heissesten Sommern sehr kalt und mit Eis gefüllt ist, welches dagegen mit dem Eintritt der kalten Jahreszeit so stark abnimmt, dass es im Winter, wenn die Umgegend überall mit Schnee bedeckt ist, vollständig verschwindet. Es gewährte uns einen unvergesslichen Eindruck, als wir auf dem heissen Boden stehend (über welchem oben die Lufttemperatur im Schatten 25,9° R. betrug) durch die gebrechliche Thür, welche die Besitzerin jener Höhle geöffnet hatte, von einem so unerträglich kalten Luftstrom getroffen wurden, dass wir unwillkürlich unsere Füsse demselben zu entziehen suchten. Späterhin traten wir jedoch in das Innere, so dass unsere ganzen Körper der Kälte ausgesetzt wurden. Diese Höhle findet sich, wie man wohl zu bemerken hat, auf einem Boden, der in gleicher Höhe mit dem der Land- und Dorfstrasse gelegen ist. Nur drei bis vier Schritte von der Thür, auf welche glänzender Sonnenschein fiel, fanden wir den Quass (Bier) und andere Vorräthe der Bewohner halb gefroren. Etwas weiter gegen das Innere öffnet sich die Höhle, nach einer sanften Biegung, in einen natürlich gewölbten Raum von 12—15′ Höhe, bei einer Länge von 10—12 und einer Breite von 7—8 Schritt. Die Grotte schien sich durch enge Spalten in die übrige Masse des Gyps- und Mergelberges zu verlaufen. Ihr Dach war mit festen nicht tropfenden Eiszapfen behängt und den Boden bildete ein Stalagmit von Eis und gefrorener Erde (andere Quelle: the floor was covered with hard snow, ice or frozen earth). Im Winter ist die Temperatur so, dass die Russen behaupten, sie könnten darin ohne ihre Schafpelze schlafen. — Unser erster Erklärungsversuch

bestand in der Voraussetzung, dass die Hauptspalte, die sich nach unten erstreckt auf der Oberfläche einer Steinsalz-Masse auslaufe von welcher salzhaltige Dämpfe (saliferous vapours) in solcher Menge ausgingen und sich zersetzten, indem sie mit heisser und trockener Luft in Berührung kommen, dass dadurch Eis und Schnee entstanden.“ (Erman Archiv VII. 1849, p. 394ff. u. Edinb. New Philos. Journ. XXXIV. 1843. 10. 14ff.).

Wenn diese Beschreibung nur annähernd richtig ist, und man kann Murchison, der als Geologe 1840 Russland bereiste, wohl nicht den Vorwurf der Unwahrheit in Beschreibungen machen, so fällt selbst wenn der Theil der Behauptung, dass im Winter die Höhle warm sei, hinfällig ist, die Annahme, dass die Eisbildung durch die im Winter vorhergegangene Abkühlung zu erklären sei.

J. Herschel, den Murchison um Erklärung gebeten hatte, kam daher zu einer ganz andern Auffassung. Er meinte, dass die Erscheinung durch das Vorschreiten der Kälte- und Wärmewelle des Winters und Sommers hervorgerufen werde. Die Winkerkälte gelange im Sommer zur Höhle und veranlasse dort das Gefrieren, die Sommerwärme im Winter das Aufthauen. Die bekannten Gesetze der Bodentemperatur widersprechen aber, wie dies auch schon Erman (Erman's Archiv 1849. VII, p. 398ff.) nachgewiesen, ebenso wie die neueren Bodentemperaturuntersuchungen in Petersburg, Nukuss, Königsberg etc. (s. Fortschritte d. Physik) dieser Erklärung vollständig; auch wäre nicht einzusehen, weshalb nicht bei allen Höhlen (und einige liegen nahe dabei) in ähnlicher Tiefe sich dieselbe Erscheinung zeigen sollte.

Interessant aber ist an der Höhle von Illetzkaja Zatchita, dass sie sich in Gyps befindet, und dass bei anderen Gypsstöcken daselbst von ähnlichen Höhlen berichtet wird. Wunderbar und wohl etwas übertrieben sind die Nachrichten über die Eishöhle bei Kungur (57,3° N. Br. 52,8° Oestl. Lg. Paris), deren Eingang von einer Eismasse verstopft gewesen sein soll (Erzähler Kittara), die zu durchbrechen 6 Stunden dauerte und in der sich auf grosse Längen Eisberge vorfanden (die Höhle soll sich 19461′ tief erstrecken). Wichtig ist auch die Mittheilung, dass im Innern des

Gypsstockes eine tiefe Temperatur herrscht; das durchgesickerte Wasser ist wie die Luft in den Spalten sehr kühl, also ähnlich wie in den Basalthöhlungen; Messungen die sich leicht am Harze ausführen liessen, liegen hier nicht vor. — Mag man nun diesen Erzählungen in Beziehung auf den Wechsel der Temperatur im Winter, Frühjahr und Sommer von vorneherein als einem Irrthum der Einwohner keinen Glauben beimessen, so wäre es doch gut und leicht bei Scilicze die Sache festzustellen. Es brauchte nur ein wissenschaftlich gebildeter Mann in der Nähe, in Rosenau, gewonnen zu werden, der monatlich die Höhle 1 oder 2 mal besuchte und Temperaturmessungen macht.

Nach dieser Schilderung und den sonst vorliegenden und neuerdings zugänglich gewordenen Angaben ist die Erklärung, dass die Eisbildung durch die im Winter eingesunkene kalte Luft hervorgerufen werde, nicht haltbar. Dennoch ist diese Theorie im Laufe des Sommers von Hrn. Fugger gelegentlich seines Vortrags über Eishöhlen auf dem internationalen alpinen Congress (Salzburg, August 1882) wieder aufgenommen worden. Da aber die Arbeit noch nicht erschienen ist, und ausserdem keine Diskussion über die Frage im Anschluss an den Vortrag stattgefunden hat, muss man abwarten welche neuen Begründungen dafür gegeben werden. Es spricht gegen die Kalt-Luft-Theorie zunächst der Habitus der Erscheinung selbst, das Erstarren des Wassers beim Herabtropfen, die Eisbildung in Höhlen, deren Eingang tiefer liegt als die Stelle der Eisbildung, das Anwachsen des Eises im Frühjahr, das Fehlen des Sickerwassers*) im Winter, die Bildung und das Anwachsen von Eiszapfen am Eingang der Höhlen im Sommer und andere Beobachtungen, die in den früheren Abhandlungen mitgetheilt sind; vielfach wird überdies besonders betont, dass auch nach milden Wintern sich Eis in diesen Höhlen, die weit unter der Schneelinie liegen, vorfindet. Andererseits haben einige Forscher, wie Cossigny, dann die Eisbildung nicht auf den unmittelbar vorhergehenden Winter, sondern auf weiter zurückliegende kalte Winter zurückgeführt. Die Beob-

*) Auch nach Herrn Fugger entsteht das Eis durch Gefrieren des Sickerwassers.

achtungen in dieser Beziehung sind jedoch noch nicht ausreichend und wären namentlich Angaben über das Verhalten der Eishöhlen im Jahre 1882 nach dem so milden Winter 1881/82 sehr wünschenswerth.

Alle Messungen ergeben, dass die Abkühlung (wenigstens im Sommer) vom Gestein ausgeht und besitzt die in den Spalten befindliche Luft eine niedrigere Temperatur als die Höhlenluft. Ungelöst bleibt bei der Kaltlufttheorie die Schwierigkeit, wie die verhältnissmässig geringe Menge kalter Luft die Produktion so grosser Eismassen veranlassen kann, an Orten, wo zugleich die Bodentemperatur, die unter normalen Verhältnissen 6—10° C. sein müsste, bald einen Ausgleich herbeiführen würde. Finden wir doch sonst in Höhlen, die ein Einsinken kalter Luft ebenso gut gestatten, und an anderen ähnlichen Lokalitäten, auch wenn Sickerwasser vorhanden ist, die Erscheinung nicht. Die Bildung von 1 kg Eis vermag nun ca. 23 cbm Luft (unter Null abgekühlt) um 1° zu erwärmen; es müsste also der Kältevorrath der Luft, um diesen Ausdruck zu gebrauchen, im Frühjahr sehr bald, da keine kalte Luft mehr nachdringen kann, erschöpft sein und würde die Bodentemperatur das entstandene Eis bald zum Schmelzen bringen. Oder man muss annehmen, dass die kalte Luft das Gestein bis zu sehr grossen Tiefen ausgekühlt hat, das Sickerwasser in den Capillaren nicht gefrieren kann und beim Tropfen erstarrt. Dies würde den sonst bekannten Verbreitungsgesetzen einer niedrigen Temperatur in unseren Gegenden widersprechen. Auch scheint die Annahme, dass im Boden Schichten mit ganz verschiedenen Temperaturen existiren und die Eishöhlen in solchen Zonen liegen, nicht hinlänglich bewiesen. Die Beobachtung, dass in Schachten am Boden und an den Wänden sich Eismassen bilden (Schweden) zeigt auch nur, dass die einsinkende kalte Luft die Eisbildung begünstigt. Jedenfalls ist eine Erweiterung der Beobachtungen erforderlich. Könnte man den Gang der Temperatur, Feuchtigkeit etc. in der Luft und am Boden bei und in den Eishöhlen längere Zeit, womöglich mehrere Jahre hindurch, verfolgen, so wäre hiermit das sicherste und beste Beobachtungsmaterial gegeben, so kann nur das im Laufe der Zeit von einzelnen Beob-

achtern gelegentlich gesammelte Material benutzt werden. Nothwendig ist auch die Wiederholung und Erweiterung der Jungk'schen Versuche (Pogg. Ann. CXXV, 292) über Abkühlung bei Durchsickerung, auch Beobachtungen an künstlichen Eiskellern, Beobachtungen über Temperaturen in gewöhnlichen Höhlen, und über das durch verschiedenes Gestein tropfende Wasser können unter Umständen zur Lösung der Frage beitragen.

Von den Litteraturnachweisen ist das Boué'sche Verzeichniss von Eishöhlen (Wien. Ber. LIX, p. 321) hervorzuheben. In demselben finden sich indess viele Angaben über Eislöcher (Eisbildungen im Geröll bei Gegenwart von Zug) und andere merkwürdige Eisbildungen, wie das Aufeis in Sibirien (andauernde Eisflächen im Sommer an der Maya etc. wohl hervorgerufen durch die andauernde niedrige Bodentemperatur), die nicht mit den Eishöhlen im Zusammenhang stehen*).

Hr. **Christiani** führte darauf weitere Versuche über Absorption des Schalles vor.

*) Auf das Buch von Browne: Ice-Caves of France and Switzerland, näher einzugehen wird a. a. O. Gelegenheit sein; auch werde ich dann eine ausführlichere Darstellung der Ueberkältungstheorie geben.

No. 3. **Sitzung vom 2. Februar** **1883.**

Ausgegeben am 14. Februar.

Vorsitzender: Hr. Helmholtz.

Hr. **Hertz** bespricht die folgende Erscheinung:

Lässt man in mässig verdünnter trockener Luft den Funken des Induktoriums oder einer Leydener Flasche überschlagen von einer Elektrode, die sich im Innern eines einseitig geschlossenen, einige mm weiten Glasrohres befindet, zu einer andern Elektrode, welche ausserhalb des Rohres in der Nähe der Mündung angebracht ist, so bemerkt man ausser der Funkenbahn, die den kürzesten Weg von der einen zur andern Elektrode verfolgt, einen aus dem Rohr austretenden Strahl von gelbbrauner Farbe. Gestalt, Länge und Farbe variiren mit der Dichte und den übrigen Umständen, die lebhafteste Entwickelung tritt bei etwa 30—50 mm Druck ein, der Strahl kann dann eine Länge von 10—12 cm haben. Schon bei Atmosphärendruck ist er bei einiger Aufmerksamkeit sichtbar. Er erwärmt die Körper, auf welche er auftrifft, beträchtlich und übt mechanische Wirkungen aus, so dass er Flugrädchen in Rotation versetzt; der Magnet oder genäherte Leiter haben keinen Einfluss auf ihn. Der Drehspiegel zeigt, dass er sich in messbarer Zeit entwickelt, er wird gebildet aus den successiven Bildern einer aus dem Rohr aufsteigenden leuchtenden Gaswolke. Auch in andern Gasen als Luft lassen

sich solche Strahlen beobachten, in Kohlendämpfen sind dieselben grünweiss und ihr Licht zeigte ein Kohlenspektrum, in Sauerstoff sind dieselben von einem reinen Gelb, in Wasserstoff wurde ein sehr langer indigoblauer Strahl erhalten, besondere Umstände lassen Zweifel aufkommen, ob dies blaue Licht nicht von Verunreinigungen herrühre. Geht man von der oben angegebenen Entladungsvorrichtung zu irgend einer andern über, so bemerkt man nun immer neben der Funkenbahn und der Aureole in mannigfaltiger Gestalt das gelbe Licht, aber da es räumlich nicht mehr von der übrigen Lichtmasse getrennt ist, lässt es sich nicht so bequem wahrnehmen, wie in jenem Falle. Diese Beobachtungen bestätigen die Thatsache, dass die Entladung mit heftigen, explosiven Bewegungen der Luft verbunden ist und geben Mittel, diese Bewegungen zu erforschen.

Ein Theil der mitgetheilten Thatsachen war Hrn. Goldstein bereits bekannt.

Hr. **Goldstein** sprach über das Nachleuchten Geissler'scher Röhren und seine Beziehung zu den vorstehend von Hrn. Hertz beschriebenen Erscheinungen:

Bei Versuchen an Geissler'schen Röhren habe ich einen Theil der von Hrn. Dr. Hertz geschilderten Phänomene ebenfalls beobachtet, mit denjenigen Modifikationen, welche durch die Anwendung namentlich einfach cylindrischer und kugelförmiger Entladungsgefässe an Stelle der von Hrn. Dr. Hertz benutzten Anordnungen bedingt werden. Dabei habe ich mich zugleich überzeugt, dass in engster Beziehung zu diesen Erscheinungen auch das lange bekannte „Nachleuchten" des Gasinhaltes Geissler'scher Röhren steht, welches bisher eine ganz isolirte Stellung einnahm. Es ist indess nur die bei geringen Gasdichten auftretende Form eines sehr allgemeinen Entladungsphänomens, das auch bei atmosphärischem Drucke schon erkennbar ist Lässt man die Entladung eines Induktoriums in freier Luft übergehen, so bemerkt man namentlich bei nicht zu grosser Schlagweite um den weissen Funken ausser der oft beschriebenen röthlichen Aureole noch

ausserhalb der letztern eine viel schwächer leuchtende fahlgelbe Hülle. Leichter erkennbar wird die gelbe Hülle, wenn man den weissen Funken in einer mässig evakuirten Cylinderröhre von mehrere cm bis 1 dcm Poldistanz übergehen lässt. Wird unter den Einfluss der Gasverdünnung der weisse Funke durch einen an der Anode sich inserirenden röthlichen Strang von einigen mm Dicke ersetzt, der mit abnehmender Dichte sich immer weiter von der Kathode zurückzieht, so umgiebt die gelbe Hülle, ziemlich lichtstark geworden, und in ihrer Längenerstreckung ganz der jeweiligen Ausdehnung des Lichtstrangs entsprechend, das rothe Licht, indem sie zugleich ihre Dicke mit abnehmender Dichte stetig vergrössert. Bei noch gar nicht sehr starker Verdünnung erfüllt das gelbe Licht Gefässe von mehrere cm Weite in ihrem Querschnitt vollständig. Bei diesen Dichten erlischt dann das Leuchten der gelben Hülle nicht mehr scheinbar gleichzeitig mit der Entladung, sondern überdauert sie merklich, um so mehr, je weiter man, bis zu einem gewissen Punkte, die Verdünnung treibt. Die Ausdehnung des gelben Lichtes beschränkt sich schliesslich nicht mehr auf die durch die Längenausdehnung des positiven Lichts gegebenen Grenzen, sondern es schwillt derart an, dass es alle Räume eines ausgedehnten Entladungsgefässes erfüllt, auch wenn die Entladung selbst, bei geringer Elektrodendistanz, nur einen kleinen Theil des evakuirten Raumes einnimmt; nach Unterbrechung der Entladung erscheint dann entsprechend das ganze Gefäss nachleuchtend. Das blaue Kathodenlicht wirkt im Allgemeinen nur schwach erregend für das gelbe Licht. Bedingung für das Auftreten des gelben Lichtes und des Nachleuchtens ist Trockenheit bezw. geringer Feuchtigkeitsgehalt der benutzten Luft; in sehr feuchter Luft fehlen die beschriebenen Erscheinungen.

Bei Einschaltung eines Condensators wird im Allgemeinen das gelbe Licht, namentlich in den Dichten, wo die einfache Induktions-Entladung den röthlichen Lichtstrang darstellt, viel heller, massiger und erscheint wildbewegt. Der Mantel, den es um die Entladung bildet, ist dann im Allgemeinen viel breiter um die der Kathode nähere Hälfte des Funkens. Am deutlichsten sind

solche polare Unterschiede an der die nicht kondensirte Entladung des Induktoriums in Wasserstoff umgebenden Hülle, welche viel regelmässigere Formen als die Erscheinung in Luft zeigt.

Die Farbe der Hülle in Wasserstoff ist Blau; ihr Spektrum besteht aus mindestens 10 fast gleich breiten, gleichartigen, von Grün bis an die Grenze des Ultraviolett reichenden Banden; es hat keine Aehnlichkeit mit den bekannten Spektren des Wasserstoffs.

Der Magnet scheint auf die erwähnten Hüllen direkt nicht zu wirken; ihre Erscheinungsform wird indess alterirt im Anschluss an diejenigen Form- und Lagenänderungen, welche das Entladungslicht unter dem Einfluss eines starken Elektromagneten erfährt.

Die Intensität des gelben Lichtes in Luft erreicht bei geringen Dichten, in denen das Nachleuchten auftritt, mit wachsenden Werthen der auf einmal übergehenden Elektricitätsmenge ein Maximum, und Flaschenentladungen jenseits einer gewissen Stärke bringen im Allgemeinen wieder nur ein verschwindend geringes gelbes Leuchten und Nachleuchten hervor. Lässt man aber diesen starken Flaschenfunken einige nicht kondensirte Entladungen des Induktoriums voraufgehen, so erzeugen die ersten 2—3 Flaschenentladungen ein sehr starkes gelbes Leuchten, die nächstfolgenden ein successiv schwächeres, noch spätere ein verschwindendes Gelbleuchten. Durch Wiedereinschaltung einiger einfacher Induktionsentladungen kann das Spiel beliebig oft wiederholt werden. Dabei dürfen zwischen den Induktionsentladungen einerseits und den Flaschenentladungen andererseits Pausen von einigen Minuten liegen. Die Flaschenentladungen scheinen also nur eine Substanz, bezw. deren Leuchtfähigkeit aufzubrauchen, welche durch die einfachen Induktionsentladungen hergestellt wird, und es scheint somit das Nachleuchten an eine besondere, vielleicht und vermuthlich nur physikalisch charakterisirte Beschaffenheit des Gasinhalts gebunden zu sein.

Setzt man ein Entladungsgefäss aus verschieden weiten Röhren zusammen, so werden die Erscheinungen complicirter. Von den Einmündungsstellen enger in relative weite Röhren er-

giesst sich das gelbe Licht dann bei nicht zu starker Verdünnung in höchst grotesken, lebhaft bewegten, an wogende Baumwipfel oder an wildagitirte Wolken in allen Mannigfaltigkeiten dieser so variablen Gebilde erinnernden Gestalten; dahin gehören auch die von Hrn. Dr. Hertz wahrgenommenen, aus einer engen Röhre in eine weite Glocke aufschiessenden „Strahl"-Formen. Man kann dieselben in entsprechend kleinen Dimensionen an jeder Spektralröhre der üblichen Form bei passend gewählter Luftdichte wahrnehmen, wo sie von den Enden der Kapillarröhre in die Polcylinder sich erstrecken.

An diese beiden Vorträge schloss sich eine längere Diskussion:

Hr. **Paalzow** machte darauf aufmerksam, dass das Nachleuchten nur in denjenigen Röhren aufträte, in welchen sich Stickstoff befindet. Der Stickstoff ist nach einer Bemerkung des Hrn. **Landolt** bei den von Geissler konstruirten nachleuchtenden Röhren in Untersalpetersäure vorhanden. Hr. **Helmholtz** wies auf den Zusammenhang der geschilderten Erscheinungen mit Wirbelbewegungen hin, welche sich aus den Luftstössen bei der elektrischen Entladung entwickeln. Derselbe besprach im Anschluss hieran einige Blitzerscheinungen, über welchen Punkt Hr. **Neesen** gleichfalls weitere Erfahrungen mittheilt.

No. 4. Sitzung vom 2. März 1883.
Ausgegeben am 14. März.

Vorsitzender: Hr. Kirchhoff.

Hr. **A. König** machte folgende physiologisch-optische Fragen betreffende Mittheilungen.

1) Ueber den neutralen Punkt im Spektrum der Farbenblinden.

Die hier angegebenen Messungen wurden vermittels eines Spektralapparates ausgeführt, dessen Prisma so gestellt war, dass eine der beiden nicht brechenden Kanten grade in der Mitte vor dem Objektiv des Fernrohres stand. Das Ocular dieses Fernrohres war entfernt und an seiner Stelle ein Spalt angebracht, der genau parallel dem des Collimators gerichtet war. Bei geeigneter Einstellung wurde ein Spektrum in der Ebene des Ocularspaltes entworfen und aus ihm durch den letzteren ein kleiner Theil heraus geschnitten. Ein unmittelbar vor dem Ocularspalte befindliches Auge erblickte dann diejenige Fläche des Prismas, aus der die Strahlen heraustraten, in gleichmässiger Färbung und wir können das in's Auge gelangende Licht bei geringer Breite des Ocularspaltes als fast homogen betrachten. Das Collimatorrohr war durch eine Mikrometerschraube verschiebbar und seine Stellung konnte immer durch einen an ihm ange-

brachten kleinen Spiegel vermittels Skala und Fernrohr genau bestimmt werden. Wenn man mit einer Lupe den Ocularspalt betrachtete, konnte man genau bestimmen, bei welcher Stellung des Collimators die hervorragendere Fraunhofer'schen Linien grade in der Mitte des Ocularspaltes sich befanden und war dadurch im Stande mit Hülfe einer leicht auszuführenden Interpolation die mittlere Wellenlänge des durch den Ocularspalt hindurchgehenden Lichtes, in dessen Farbe, wie oben erwähnt, die eine Fläche des Prismas erschien, zu berechnen. Die der brechenden Kante gegenüber liegende Fläche des Prismas war mit Papier belegt, auf dem, um ein immer genau wieder herstellbares Weiss zu haben, eine dünne Schicht Magnesiumoxyd aufgetragen war. Durch den Ocularspalt betrachtet, grenzte diese weisse Fläche unmittelbar an das homogen gefärbte Feld.

Farbenblinden ist es nun leicht durch Drehen der Mikrometerschraube des Collimatorrohres denjenigen Punkt im Spektrum zu finden, der ihnen gleich Weiss resp. Grau erscheint und der sich in unserer Einrichtung dadurch charakterisirt, dass beide Prismenflächen für sie dann dieselbe Farbe haben.

Vorläufige Bestimmungen des neutralen Punktes, welche mein farbenblinder Freund Hr. Dr. P. Wolfskehl ausführte, ergaben das übrigens schon von Hrn. W. Preyer*) gefundene Resultat, dass bei demselben Individuum der neutrale Punkt mit steigender Intensität nach dem blauen Ende des Spektrums fortrückt. So erhielt Hr. Dr. W. bei mehreren Bestimmungen als Wellenlänge desselben, hier wie in allen folgenden Angaben in Milliontel Millimeter ausgedrückt, bei stets wachsender Intensität

$$\lambda_n = 491{,}5 - 495{,}6 - 499{,}6.$$

Auf Grund der Young-Helmholtz'schen Farbentheorie findet diese Veränderlichkeit leicht ihre Erklärung darin, dass die Beziehung zwischen der Intensität des objektiven Reizes und der subjektiven Empfindung bei den drei Grundempfindungen nicht durch dieselbe Funktion ausgedrückt wird**).

*) W. Preyer. Pflüger's Archiv. Bd. XXV, S. 31.

**) H. Helmholtz. Physiologische Optik. § 21.

Um also die Lage des neutralen Punktes bei verschiedenen Individuen mit einander vergleichen zu können, liess ich bei allen folgenden Versuchen die Breite des Collimator- sowohl wie des Ocularspaltes unverändert und beleuchtete den erstern immer in derselben Weise durch einen Gas-Argand-Brenner. Die Beleuchtung der weissen (Magnesia-) Fläche geschah durch reflektirtes Himmelslicht und wurde nach Bedarf so geregelt, dass keine Intensitätsverschiedenheit mit der zu vergleichenden Fläche bestand.

Die nachfolgenden Bestimmungen von λ_n bei 10 Farbenblinden sind die Mittelwerthe aus je 8 Einzelbestimmungen von denen 4 mit jedem Auge ausgeführt wurden. Die Abweichungen zwischen den beiden Augen waren durchgängig so gering, dass sie füglich als Beobachtungsfehler zu betrachten waren. Der wahrscheinliche Fehler, den ich überall hinzufüge, giebt ein Maass für die relative Genauigkeit der Einstellungen bei den verschiedenen Individuen. Bedenkt man, dass in der benutzten Einheit für λ der Abstand der beiden Natriumlinien gleich 0,6 ist, so wird man die Zuverlässigkeit der gewonnenen Werthe als eine sehr hohe bezeichnen können.

Hr.	Dr. W.	$\lambda_n = 491.70 \pm 0.09$
-	Dr. K.	$= 492.04 \pm 0.09$
-	Dr. S.	$= 493.08 \pm 0.13$
-	Lu.	$= 495.92 \pm 0.36$
-	Dr. F.	$= 496.01 \pm 0.23$
-	Le.	$= 496.08 \pm 0.40$
-	R. H.	$= 497.66 \pm 0.14$
-	E. W.	$= 499.44 \pm 0.20$
-	W. H.	$= 499.71 \pm 0.16$
-	P.	$= 504.75 \pm 0.15$

Es zeigt sich in diesen Zahlen auf das Unzweifelhafteste, dass die Lage des neutralen Punktes bei den verschiedenen Indivi-

duen continuirlich in einander übergeht. Die Hrn. Dr. W. und R. H. waren der gewöhnlichen Terminologie nach rothblind d. h. sie verwechselten ein lichtstarkes Roth mit einem dunklen Grün, während die übrigen Herren dunkles Roth von hellerem Grün nicht zu unterscheiden vermochten, also als typisch grünblind zu bezeichnen waren*). Beständе nun die Farbenblindheit darin, dass, unter Annahme der Young-Helmholtz'schen Farbentheorie, eine der beiden Grundempfindungen fehlte, so würden wir (abgesehen von der seltenen Violettblindheit) die neutralen Punkte der verschiedenen Individuen an einer von zwei bestimmten Stellen des Spektrums finden: nämlich bei den Rothblinden an dem Schnittpunkt der Grün- und der Violett-Empfindungscurve und bei den Grünblinden an dem Schnittpunkt der Roth- und der Violett-Empfindungscurve. Wegen der unbestimmten Lage des neutralen Punktes und besonders aber wegen der an einäugig farbenblinden Individuen gemachten Erfahrung**), dass dieselben auf beiden Augen die gleiche Empfindung für Weiss haben, erachte ich es für sehr wahrscheinlich, dass die Farbenblindheit in einer mehr oder minder vollständigen Deckung zweier der drei Grundempfindungscurven besteht. (Bei totaler Farbenblindheit haben vielleicht alle drei Curven das Maximum an derselben Stelle.) Es lassen sich dann auch alle graduellen Unterschiede im Farbenunterscheidungsvermögen durch grössere oder geringere Annäherung zweier Curven erklären. Individuelle Verschiedenheiten in der Gestalt der beiden congruenten Curven erklären die veränderliche Lage des neutralen Punktes und gewisse typische Uebereinstimmung in der Lage des Maximums die Unterscheidung in sog. „Roth- und Grünblinde"***).

---

*) Die Trennung in diese beiden Klassen ist vermittels des Helmholtz'schen Leukoskopes sehr gut und leicht auszuführen.

**) O. Becker, Gräfe's Archiv, Bd. XXV (2) S. 205. Hippel, Gräfe's Archiv, Bd. XXVII (3) S. 47. Hermann, ein Beitrag zur Casuistik der Farbenblindheit. Inaug.-Diss. Dorpat. 1882.

***) Aehnliche Anschauungen über Farbenblindheit wie die hier dargelegten sind bereits von Hochecker (Gräfe's Archiv Bd. XIX (3) S. 1) und Raehlmann (Gräfe's Archiv Bd. XXI (1) S. 29) geäussert.

2) Ueber den Ort der Schnittpunkte der Intensitätscurven für die drei Grundempfindungen im normalen Auge.

Bei der Wiederaufnahme der Young'schen Farbentheorie hat Hr. v. Helmholtz*) die Form der drei Grundempfindungscurven zuerst in schematischer Weise construirt. Später suchte Maxwell**) ihre Gestalt auf Grund experimenteller Untersuchungen zu bestimmen und gelangte zu Formen, welche mit den Helmholtz'schen ziemlich übereinstimmen. Mit Hülfe von Schlüssen, die auf den Sättigungsgraden von Spektralfarben und ihrer Mischungen basirten, erhielt Hr. J. J. Müller***) Formen, die von den beiden vorigen Angaben beträchtlicher abweichen. Die ausgezeichneten Punkte derselben (Schnittpunkte, Gipfelpunkte u. s. w.) hat ausserdem Hr. W. Preyer†) durch theoretische Erörterungen und experimentelle Untersuchungen zu bestimmen versucht.

Ich erlaube mir hier eine Bestimmung zweier Schnittpunkte derselben, nämlich der Rothcurve mit der Grüncurve einerseits und der letzteren mit der Violettcurve andererseits zu versuchen und zwar auf Grund der bisher vorliegenden Messungen der Wellenlängen von complementären Spektralfarben.

Bezeichnen wir die Intensität der Rothempfindung an zwei complementären Stellen des Spektrums mit $R(\lambda_1)$ und $R(\lambda_2)$ und die der Grün- und Violettempfindung analog mit $G(\lambda_1)$, $G(\lambda_2)$, $V(\lambda_1)$ und $V(\lambda_2)$ so muss, wenn wir mit c einen nur von λ_1 und λ_2 abhängigen Factor bezeichnen, die Doppelgleichung

$$R(\lambda_1)+cR(\lambda_2) = G(\lambda_1)+cG(\lambda_2) = V(\lambda_1)+cV(\lambda_2)$$

erfüllt sein. Ist nun

$$(1) \qquad R(\lambda_1) > G(\lambda_1) > V(\lambda_1)$$

so muss, da alle vorkommenden Grössen positiv

$$(2) \qquad R(\lambda_2) < G(\lambda_2) < V(\lambda_2).$$

*) H. Helmholtz. Phys. Optik. 1867. § 20.

**) Cl. Maxwell. Phil. Trans. CL. 1860. p. 57.

***) J. J. Müller. Gräfe's Archiv. Bd. XV (2) S. 208.

†) W. Preyer. Pflüger's Archiv. Bd. I. S. 299.

Ist

$$(3) \qquad G(\lambda_1) > R(\lambda_1) > V(\lambda_1)$$

so muss

$$(4) \qquad G(\lambda_2) < R(\lambda_2) < V(\lambda_2)$$

und wenn

$$(5) \qquad G(\lambda_1) > V(\lambda_1) > R(\lambda_1)$$

so muss

$$(6) \qquad G(\lambda_2) < V(\lambda_2) < R(\lambda_2).$$

Da die Werthe λ_1 und λ_2 mit einander vertauscht werden können, so haben wir in diesen 6 Beziehungen alle möglichen Grössenverhältnisse gegeben, welche zwischen den Funktionen R, G und V möglich sind. Die Beziehungen (3) und (5) entsprechen grünen Farbentönen, welche complementär sind den durch (4) und (6) gegebenen purpurnen Farbentönen. Da letztere nun nicht in dem Spektrum vorkommen, so haben wir (3), (4), (5) und (6) hier nicht weiter zu beachten. Es bleiben also nur noch diejenigen Theile des Spektrums, welche den durch (1) und (2) ausgedrückten Beziehungen entsprechen und das sind die von den beiden oben erwähnten Schnittpunkten nach den Enden des Spektrums hin gelegen. Alle diejenigen Spektralfarben, welche also Complementärfarben im Spektrum haben, müssen demnach in diesen beiden Theilen liegen und die nach der Mitte des Spektrums gelegenen Grenzen dieser Theile entsprechen den beiden erwähnten Schnittpunkten. Aus den Bestimmungen des Hrn. v. Helmholtz über Complementärfarben*) geht nun hervor, dass der an dem rothen Ende des Spektrums gelegene Theil bis zu der Wellenlänge $\lambda = 563.5$ reicht, der an dem blauen Ende befindliche Theil bis zu $\lambda = 492.1$, womit also die Wellenlängen für die beiden Schnittpunkte gegeben sind. Ich bemerke noch, dass aus den Maxwell'schen Messungen die betreffenden Wellenlängen sich zu 566 und 489 ergeben. Aus den neuern Intensitätsbestimmungen im Spektrum**) lässt sich ferner auf Grund

---

*) H. Helmholtz. Pogg. Ann. Bd. XCIV. p. 1.

**) Macé de Lépinay u. W. Nicati. Journ. de chim. et de phys. (5) 24. p. 289. Langley. Journ. de chim. et de phys. (5) 25. p. 211.

hier nicht weiter zu erörternder Annahmen folgern, dass für den einen Schnittpunkt sich die Wellenlänge $\lambda =$ ca. 563 berechnen lässt.

Ich behalte mir vor, eine ausführlichere Darlegung dieses Gegenstandes, unterstützt durch weitere experimentelle Prüfungen, an anderm Orte zu geben.

No. 5. Sitzung vom 16. März 1883.
Ausgegeben am 19. April.

Vorsitzender: Hr. v. Helmholtz.

Hr. **Frölich** sprach über die

Messungen an dynamoelektrischen Maschinen und die Torsionsgalvanometer von Siemens u. Halske.

Mit der Entwicklung der elektrischen Maschinen haben auch die bezüglichen Messinstrumente einen Veränderungsprocess erlitten. Nachdem zu Anfang die in Laboratorien üblichen Instrumente, namentlich die Tangentenbussole, versucht, aber bald verschiedener Mängel wegen bei Seite gesetzt waren, wandte man längere Zeit Elektrodynamometer mit wenigen Windungen und mit Quecksilbercontakten an, welche direct in den Stromkreis eingeschaltet werden und die Stromstärke angeben. Durch die Construktion von Maschinen mit kolossalen Stromstärken war man genöthigt, im Nebenschluss zu arbeiten; es entstanden Torsionsgalvanometer, d. h. Galvanometer mit Torsionsfedern, welche zunächst zur Messung von Potentialdifferenzen an irgend welchen Punkten des Stromkreises dienten, aber in neuerer Zeit zur Messung von sämmtlichen elektrischen Grössen im Stromkreis von Maschinen verwendet worden.

Die zunächst gemessenen Grössen sind Potentialdifferenzen an den Polen der Maschinen und an den Endpunkten von in den

Stromkreis eingeschalteten Leitern; der Vortragende zeigte, wie aus solchen Messungen sämmtliche elektrische Grössen: Potentialdifferenzen, Stromstärken, elektromotorische Kräfte, wirkliche oder scheinbare Widerstände und elektrische Arbeitsgrössen sich bestimmen lassen.

Die Wickelung der Torsionsgalvanometer ist von justirtem Widerstande, in Ohm; sobald daher die an den Klemmen des Instrumentes herrschende Potentialdifferenz bekannt ist, ergiebt sich unmittelbar die Stärke des das Instrument durchfliessenden Stromes in Ampère. Für stärkere Ströme (im Hauptkreis) von wenigstens 5 Ampère, wird eine Wickelung von 1 Ohm, für schwächere Ströme eine Wickelung von 100 Ohm angewendet; für jede Wickelung werden ein Widerstandskästchen beigegeben, durch deren Anwendung Potentialdifferenzen von 0,001 bis 1700 Volt. bestimmt werden können.

Die Instrumente werden in 2 Construktionen ausgeführt, der stehenden und der liegenden; bei der ersteren ist der Magnet an einem Coconfaden aufgehängt, bei der letzteren bewegt er sich auf Schneiden, wie ein Wagebalken.

Bei der Justirung in Volt. bez. Ampère ist die Annahme zu Grunde gelegt, dass 1 Ampère pro Stunde 3,96 g Silber niederschlage; das zu diesen Bestimmungen benutzte Silbervoltameter hat die von Kohlrausch benutzte Form. Die Instrumente werden jedoch nicht direct durch Silberniederschlag justirt, sondern vermittelst zweier Thermosäulen von je 50 Elementen, die eine von Neusilber-Kupfer, die andere von Neusilber-Eisen, bei den Temperaturen 0° und 100°. Bei dieser Justirung wird die Poggendorff-Dubois'sche Methode zur Bestimmung der elektromotorischen Kraft in der Weise angewendet, dass im Hauptkreise eine grosse Batterie B und ein grosser Widerstand W, im Nebenkreise (mit dem Strom Null) die Thermosäulen Th und ein Spiegelgalvanometer S eingeschaltet werden; das Torsionsgalvanometer T bildet denjenigen Theil des Hauptkreises, an welchen die Enden des Nullkreises angelegt sind. Wegen der Grösse des Widerstandes W und der Empfindlichkeit des Spiegelgalvanometers S kann der Nullzustand im Nebenkreise mit der grössten Genauig-

keit eingestellt werden; der Ausschlag am Torsionsgalvanometer entspricht alsdann der Stromstärke: elektromotorische Kraft der Thermosäulen Widerstand des Torsionsgalvanometers, ist also ganz unabhängig von dem Widerstand der Thermosäulen. Die elektromotorische Kraft der Thermosäulen in Volt. wird durch Silberniederschläge bestimmt.

Als zweites Justirmittel dient eine elektrodynamische Waage, über welche später berichtet werden wird.

Hr. **Neesen** skizzirte darauf die in diesen Verhandlungen 1882, p. 41 erwähnte Form des Thermostaten nach d'Arsonval, zu welcher er eine die Wärme schlecht leitende Masse, nämlich Porzellan, verwandt hat. Die genauere Beschreibung kann nur mit Hülfe einer Zeichnung gegeben werden. Es sei bemerkt, dass die einzelnen Theile des Apparates mit Siegellack gekittet sind. Die sonst zur Kittung von Porzellan verwandten Kitte zeigten sich nicht anwendbar. Der Thermostat funktionirt sehr gut.

Sodann machte Hr. Neesen Mittheilung über Versuche in Betreff des freiwilligen Rückganges des Quecksilberfadens beim Bunsen'schen Eiscalorimeter.

Um die Richtigkeit der wiederholt von den verschiedensten Forschern ausgesprochenen Annahme nachzuweisen, dass diese freiwillige Bewegung auf der Erniedrigung der Schmelztemperatur des Calorimeterwassers durch den Druck der auf letzterem ruhenden Quecksilbersäule herrühre, wurde die Capillare mit einem die seitliche Calorimeterröhre verschliessendem Schliffstück elastisch verbunden und dann höher und niedriger gestellt. Es zeigte sich, dass in Uebereinstimmung mit obiger Annahme der Quecksilberfaden sich um so langsamer bewegte, je niedriger die Capillare war, dass bei einer gewissen Stellung die Bewegung ganz aufhörte und schliesslich bei noch weiterem Senken in das Gegentheil umschlug. Es empfiehlt sich daher die Capillare so zu stellen, dass keine Bewegung des Fadens freiwillig erfolgt. Wenn auch die freiwilligen Bewegungen in Rechnung gezogen

werden können, so ist doch namentlich bei geringen Abschmelzungen die Vermeidung jener vortheilhaft einmal weil fast nie die letzteren am Beginn und Ende des Versuches dieselben Werthe besitzen und weil schon deswegen es wünschenswerth ist, dass die wegen derselben anzubringende Correktion einen möglichst kleinen Werth hat und zweitens, weil es für die Beobachtung viel bequemer ist am Anfang und Ende Stillstand des Fadens zu haben.

Dieser Versuch die Richtigkeit der obigen Annahme über die freiwillige Bewegung des Quecksilbers nachzuweisen ist, wie ich nachträglich erfuhr, schon früher in ganz analoger Weise von Hrn. SCHULLER WIED. Ann. II, 363 ausgeführt wurde. Auch findet sich in dieser Arbeit schon der Hinweis, dass man sich auf die vorher gedachte Weise von dieser Bewegung vermuthlich frei machen könne. Jedoch ist der Versuch zu dem Letzteren nicht ausgeführt worden und hat bei der gewählten Gewichtsmethode auch nicht denselben Vortheil der Erleichterung der Beobachtung.

Es wird sich diese Thatsache, dass mit Veränderung der Druckhöhe die freiwillige Bewegung und somit das Abschmelzen des inneren Eiscylinders ändert gewiss benutzen lassen können, um die Erniedrigung des Schmelzpunktes des Wassers bei Druckerhöhung, welche mittelst Thermometer bis jetzt nur bei starken Druckänderungen nachgewiesen wurde, zu bestimmen. Man muss zu dem Ende bestimmen, wie gross die Abschmelzung resp. freiwillige Bewegung bei bekannter grösserer Temperaturdifferenz ist, und kann dann aus der beobachteten Abschmelzung und Druckdifferenz die betreffende Temperaturerniedrigung ermitteln unter der für kleine Temperaturdifferenzen gerechtfertigten Annahme, dass die Abschmelzung proportional der Temperaturdifferenz ist.

No. 6. Sitzung vom 6. April 1883.

Ausgegeben am 19. April.

Vorsitzender: Hr. Röber.

Hr. **Aron** theilte aus dem Inhalte seines Vortrages

„Theorie der Akkumulatoren und Erfahrungen mit denselben“,

den er in der Sitzung des elektrotechnischen Vereins in Berlin am 28. November 1883 gehalten, Folgendes mit:

1) Bleischwamm, aus Bleizucker mittelst Zink ausgeschieden und auf Bleiplatten gedrückt, nimmt die Wirkung am negativen Pol vorzüglich auf, nicht aber die am positiven; daran scheiterten meine schon im Anfang des Jahres 1880, also ehe noch Hr. Faure mit seinen Arbeiten hervortrat, angestellten Versuche, secundäre Elemente mit Hülfe desaggregirten Bleies herzustellen.

2) Gewalztes Blei lässt sich in verhältnissmässig kurzer Zeit mit einer Schicht desaggregirten Bleies mit Hülfe des Stromes in verdünnter Schwefelsäure bekleiden, wenn man etwa 1 pCt. Salpetersäure der Schwefelsäure beimischt.

3) Die positiven Polplatten aus Walzblei, die entweder selbst die Pole bilden, oder als Träger des aufgelegten desaggregirten Bleies dienen, erleiden eine Desaggregation von etwa 0,5 mm Tiefe auf jeder Seite, sie müssen daher etwa 2 mm stark gewählt werden, damit sie auf die Dauer widerstandsfähig bleiben; die Zuleitungen zu den Platten bewirke man durch 5 mm starke Bleistreifen, die mit stark bleihaltigem Zinnloth aufgelöthet werden.

4) Man kann sehr cohärente Platten, die vollkommen gut in der Flüssigkeit leiten, herstellen, indem man ein Gemisch von Mennige mit Collodium auf die Bleiplatten aufträgt; damit die Masse auf der Platte sich hält, umwickele man die Platte, während die Masse noch feucht ist, ziemlich dicht mit Fäden reiner Wolle. Man lässt die Masse dann erstarren und hat für die beiderseitigen Pole in secundären Elementen recht brauchbare Platten.

5) Für die Wirkung am negativen Pol lässt sich aus dem calorischen Werth des chemischen Processes die Annahme rechtfertigen, dass das reducirte Blei sich bei der Entladung in schwefelsaures Blei verwandelt. Bezeichnet x den calorischen Werth der chemischen Processe am negativen, y den am positiven Pol und E die elektromotorische Kraft des secundären Bleielementes in calorischem Maass, so ist $x+y=E$. Es ergiebt sich aber $E = 1{,}78$ Daniell $= 89230$ in calorischem Maass, da in diesem Maass die elektromotorische Kraft eines Daniell 50130 ist; um y zu finden, ersetzte ich die reducirte Bleiplatte durch eine Kupferplatte; es entstand also ein SUTTON'sches Element, *Cu* in verdünnter Schwefelsäure als negativer, und als positiver Pol eine oxydirte Bleiplatte, hier erkennt man an der blauen Färbung der Flüssigkeit, dass die Action des negativen Pols in der Bildung von schwefelsaurem Kupferoxyd besteht, dessen calorischer Bildungswerth 55960 ist; die elektromotorische Kraft dieses Elementes war 1,31 Daniell also 65670 in calorischem Werth; somit ist

$$55960+y = 65670, \quad y = 9710, \quad \text{also} \quad x = 79520,$$

während der calorische Bildungswerth von schwefelsaurem Blei nach J. THOMSON 73800 ist. Die Differenz ist einerseits auf den Umstand zu schieben, auf den bereits Hr. v. HELMHOLTZ aufmerksam gemacht hat, dass man nicht ohne Weiteres aus dem calorischen Werth der chemischen Processe die elektromotorische Kraft einer Combination finden kann, anderseits dass das Blei hier in desaggregirtem Zustande zur Wirkung kommt, und dass daher der calorische Bildungswerth um den Betrag der bereits aufgewandten Desaggregationsarbeit grössser sein muss.

6) Am positiven Pol entsteht nicht das braune Bleisuperoxyd, wie man allgemein bisher annahm, sondern eine blauschwarze Verbindung, welche in alkalischer Lösung WERNICKE schon 1870 beobachtet und als Bleisuperoxydhydrat erkannt hat*). Die Untersuchung im chemischen Laboratorium des Hrn. Dr. HERTER hierselbst hat ebenfalls sowohl den Wasser-

*) Pogg. Ann. CXXXIX, 132 und CXLI, 109.

gehalt dieser schwarzen Masse als auch den Sauerstoffgehalt durch Untersuchung mit Oxalsäure bei Gegenwart von Salpetersäure nach den Angaben WERNICKE's bestätigt.

Dieses Bleisuperoxydhydrat hält sich in verdünnter Schwefelsäure besser als in reinem Wasser, wo es sich sehr bald zersetzt, Superoxyd und Wasser bildend; es verhält sich also ähnlich wie Wasserstoffsuperoxydrat; vielleicht ist die Schreibweise $PbO + H_2O_2$ gerechtfertigt, im secundären Element würde also alsdann der Wasserstoffsuperoxyd als Depolarisationsmittel wirken.

Eine durch Aufstreichen von Bleisuperoxyd auf Blei hergestellte Polplatte, an Stelle einer Bleisuperoxydhydratplatte in ein geladenes Element gesetzt, giebt ein bei Weitem nicht so constantes Element, wie das ursprüngliche. Durch die Ladung nimmt auch Superoxyd die schwarze Färbung des Hydrats an und wirkt dann wie dieses.

7) Die active Rolle der Schwefelsäure in dem secundären Element ergiebt sich aus dem Steigen des specifischen Gewichts der Flüssigkeit beim Laden und Fallen desselben beim Entladen, welche so erheblich sind, dass ich Differenzen bis 0,1 im specifischen Gewicht beobachtet habe. Diese Beobachtung habe ich benutzt, um durch ein Aräometer den Gehalt der Elemente an Ladung zu erkennen.

8) Aus diesen Thatsachen erkläre ich den starken Nachstrom, den die secundären Bleielemente zeigen. — Ein Element, das bei starkem Strom lange constant blieb, lässt ziemlich plötzlich an Wirkung nach, aber nach einiger Zeit hat es sich wieder erholt und zeigt dieselbe Wirkung wie anfangs, nur hält der Strom nicht mehr so lange an. Durch Annahme einer Polarisation lässt sich diese Erscheinung nicht erklären, da sonst das Element nicht so lange constant bleiben könnte; ich nehme vielmehr an, dass die Platten zuerst die Säure verbrauchen, die sie aufgesaugt enthalten, ist diese erschöpft, so lässt das Element an Wirkung nach, bis wieder frische Säure aus der Umgebung durch Diffusion in die Platten gelangt ist, alsdann ist das Element wieder wirksam.

9) Man muss aus diesem Grunde die Beweglichkeit der

Flüssigkeit möglichst begünstigen und nicht die Diffussion hindern, wie das vielfach, durch Umhüllung der Platten mit dyialysirenden Stoffen, geschehen. Ich habe es daher zweckmässig gefunden möglichst durchlässiges Netzwerk zum Festhalten der aufgelegten Masse anzuwenden, Pergamentpapier und dichte Gewebe aber zu vermeiden.

10) Die Capacität eines Elementes, wenn es solide hergestellt ist, kann bis 3000 Meterkilogramm elektrischer Energie pro Kilogramm Bruttogewicht betragen: aber selbst in diesem günstigen Falle kommen gemäss der Formel

$$Pb + 2H_2SO_4 + PbO + H_2O_2 = PbSO_4 + PbsO_4 + 3H_2O$$

doch nur 50,07 gr von jedem Kilogramm Bruttogewicht zur wirklichen Action. Es ist dies insbesondere für die Verwendung der Elemente für Transportzwecke von recht ungünstigem Einfluss. — In theoretischer Hinsicht schliesse ich daraus, dass nicht das ganze desaggregirte Blei zur Wirkung kommt, sondern nur die Oberfläche der kleinen Theilchen; nachdem diese sich mit einer dünnen Schicht von schwefelsaurem Blei bedeckt, lässt die Wirkung nach.

11) Die Elemente mit dünnen Schichten, von denen ich insbesondere die mit Salpetersäure präparirten beobachtet habe, halten die Ladung nur wenige Tage; das Element entladet sich im Stehen, und die positive Platte bedeckt sich dabei mit einer weissen Schicht, welche aus schwefelsaurem Blei besteht; aber durch eine andauernde Präparirung, die freilich mit bedeutendem Verlust von elektrischer Energie jedesmal verknüpft ist, lässt sich wieder die tiefschwarze Färbung des Bleisuperoxydhydrats erlangen; mir erscheint jedoch aus diesem Grunde die praktische Verwendung der Elemente im Grossen unökonomisch. — Im trockenem Zustande scheinen nach meinen Beobachtungen die Platten dauernd die Ladung zu halten, vielleicht lässt sich hierauf am ehesten eine practische Ausnutzung der Bleiakkumulatoren basiren.

12) Die Elemente mit dicken Schichten halten im Anfang die Ladung erheblich länger als solche mit dünnen Schichten; aber im Gebrauch verlieren sie ihre gute Qualität. Die Capacität geht herab und scheint schliesslich derjenigen der Elemente mit dünnen Schichten

gleich zu werden, womit sowohl die Fähigkeit die Ladung zu halten, als auch der Nutzeffekt herabgeht; so ging bei einem Elemente, das ich in nahe 4 Wochen 14mal geladen und entladen habe, das Verhältniss der ausgegebenen zur eingeleiteten Elektricitätsmenge herab von 68,9 pCt. auf 20,4 pCt. Die Untersuchung ergab, dass wesentlich die positive Platte gelitten hatte, ihre erste Qualität war weder durch die Einwirkung starker noch schwacher Ströme herzustellen. Die schwarze Masse, welche spröde, feste Stücke bildet, war verschwunden, an ihre Stelle war eine hellbraune breiige Masse getreten; ich nehme an, dass sich allmählig jedes Theilchen mit einer stärkeren Schicht schwefelsauren Bleies bedeckt, wobei die Festigkeit der Platte leidet; in der breiigen Masse gehen dann die Stromfäden nicht mehr an die mit dem schlecht leitenden schwefelsauren Blei bedeckten Theilchen, sondern an ihnen vorbei an die Zuleitungsplatte.

14) Eine positive Polplatte aus schwefelsaurem Blei in der Faure'schen Manier hergestellt zeigt in der That unter dem Einfluss des elektrolytischen Sauerstoffs den Uebergang in Superoxydrat nur an den Stellen, die unmittelbar in Berührung mit der Bleiplatte sind, so dass das schwefelsaure Blei sich gemäss der Wahrnehmung von Gladstone und Tribe auf diese Weise wohl in Superoxyd überführen lässt, aber nur in unmittelbarer Nähe der Zuleitungsplatten, nicht darüber hinaus.

Hr. **Neesen** erläuterte darauf eine Vervollständigung der Quecksilberluftpumpe, durch welche es ermöglicht wird die Evakuirung rascher zu besorgen und ausserdem das Spiel der Pumpe noch leichter zu machen.

An dem Gefässe *b* der in diesen Verhandlungen 1882 No. 11 skizzirten Pumpe, in welches die aus der grösseren Pumpenkugel herausgedrückten Luftblasen eintreten um erst aus diesem in die äussere Atmosphäre zu gelangen, wird ein Rohr *e* seitlich angesetzt, nach unten geführt und mit einem Hahne *h* versehen. Das Quecksilber wird in die Kugel durch eine gewöhnliche Saug- und Druckpumpe auf bekannte Weise gedrückt. Zu dem Ende

steht das an die Kugel angesetzte untere Glasrohr in einer dreihalsigen Flasche, die mit Quecksilber gefüllt ist. Der zweite Hals dieser Flasche ist mit der Saugpumpe, der dritte mittelst Gummischlauch mit dem Hahne *h* an dem oben erwähnten Rohre *e* verbunden. Beim Beginn des Pumpens ist Hahn *h* offen, so dass zunächst die gewöhnliche Saugpumpe die Verdünnung bewirkt. Ist die grösste hiermit zu erzielende Verdünnung erreicht, so wird *h* geschlossen. Durch die äussere Luft zunächst und dann durch die Benutzung der Hülfspumpe als Druckpumpe wird nun das Quecksilber in die Kugel hineingedrückt und von jezt an die Quecksilberpumpe in bekannter Weise benutzt. Dabei füllt sich das Rohr *e* mit Quecksilber, so dass das Eintreten von Fettdämpfen von dem Hahne *h* bei grossen Verdünnungen ausgeschlossen ist. Zum Ueberfluss könnte man auch bei diesem Hahne Quecksilberdichtung anbringen.

Die geschilderte Vorrichtung hat noch den Vortheil, dass beim Ingangsetzen der Quecksilberluftpumpe das Aufsteigen von Luftblasen von grosser Expansivkraft durch das Quecksilber vermieden wird. Man könnte daher mit dieser Einrichtung allenfalls die von mir angegebene und bei den neueren Formen der Pumpe allgemein angewandte seitliche Röhre von der Zuleitung zu dem oberen Theile der Kugel weglassen.

No. 7. Sitzung vom 20. April 1883.

Ausgegeben am 2. Mai.

Vorsitzender: Hr. Röber.

Hr. **Pringsheim** trug vor über:

Eine Wellenlängenmessung im ultrarothen Sonnenspektrum.

Zur Messung der Wellenlänge der äussersten nachweisbaren ultrarothen Strahlen des Sonnenspektrums wurde von dem Vortragenden ein Diffractionsspektrum benutzt, welches mit Hülfe eines metallenen Rutherford'schen Gitterspiegels entworfen wurden, der eine quadratische Apertur von 43,3 mm Seitenlänge be-

sass, und bei dem der Abstand zweier Theilstriche 0,001485 mm betrug. Das Vorhandensein von ultrarothen Strahlen wurde durch die Bewegung constatirt, welche das im Vakuum aufgehängte einseitig berusste Glimmerblättchen eines radiometrischen Torsionsapparates*) durch die Bestrahlung erfuhr.

Der Gang der Strahlen bei der Versuchsanordnung war folgender: Die von dem ausserhalb des Fensters aufgestellten Heliostaten ausgehenden Strahlen gelangten zunächst durch einen Ausschnitt des geschlossenen Fensterladens in das fast vollständig verdunkelte Zimmer und fielen auf einen concaven Silberspiegel, von dem sie auf die quadratische Oeffnung eines kleinen Spaltes concentrirt wurden. Darauf gelangten sie zu einem zweiten concaven Silberspiegel, der sie nahezu parallel auf den Gitterspiegel warf und so eine Reihe von Spektren erzeugte. Die Aufstellung wurde so bewerkstelligt, dass die äussersten ultrarothen Strahlen eines Spektrums erster Ordnung, die noch eine Bewegung des Glimmerblättchens hervorriefen, auf den Torsionsapparat fielen. Die Aufstellung des Gitterspiegels auf dem drehbaren Tischchen eines Spektrometers ermöglichte die Messung des Einfallswinkels der ungebeugten und des Austrittswinkels der äussersten ultrarothen Strahlen, mithin eine Messung der Wellenlänge dieser letzteren. Natürlich waren genügende Vorkehrungen getroffen, um alle seitlichen Strahlen sowie eine Beeinflussung des Torsionsapparates durch Luftströmungen auszuschliessen.

Da die wirksame Region des ultrarothen Spektrums erster Ordnung weit in den sichtbaren Theil des Spektrums zweiter Ordnung hineinreicht, so war es nöthig beide räumlich zusammenfallende Spektren zu trennen. Dies geschah zuerst mittelst einer Jodlösung in Schwefelkohlenstoff, später weit bequemer durch eine 0,3 mm dicke, vollständig undurchsichtige Ebonitplatte, die sich als sehr diatherman erwies. Die Messung ergab eine Wirksamkeit der Strahlen bis zu denjenigen ultrarothen Strahlen des Spektrums erster Ordnung, die räumlich mit den äussersten sichtbaren rothen Strahlen des Spektrums zweiter Ordnung zusammen-

---

*) Vgl. Pringsheim, Wied. Ann. XVIII, 1 ff. 1883.

fallen, also bis zu einer Wellenlänge von ungefähr:

$$\lambda = 0{,}00152 \text{ mm}.$$

Darüber hinaus ist eine Trennung der Spektren erster und zweiter Ordnung mit den jetzt bekannten Absorptionsmitteln unmöglich, daher die Grenze der Methode erreicht.

Ausserdem fand sich zwischen den Wellenlängen 0,0013834 mm und 0,0013864 mm ein unwirksamer Streifen, der wahrscheinlich von FRAUENHOFER'schen Linien herrührt.

Hr. **Neesen** legte darauf folgende Mittheilung von Hrn. **W. Müller-Erzbach** (Bremen) vor.

Die nach dem Grundsatz der kleinsten Raumerfüllung abgeleitete chemische Verwandtschaft einiger Metalle in ihren selensauren und chromsauren Salzen.

Wenn man zum Aequivalentvolum eines Natriumsalzes das Volum des zur Zersetzung erforderlichen Kaliumäquivalents addirt, so ist dieses Gesammtvolum grösser als das aus dem Kaliumsalz und der äquivalenten Natriummenge berechnete. Denkt man sich nun den Fall, dass der Salzrest genöthigt ist entweder mit dem Kalium oder dem Natrium in Verbindung zu treten, so lehrt die Erfahrung, dass die Kaliumverbindung entsteht. Die Elemente lagern sich also nach ihrer chemischen Verwandtschaft derartig, dass der von ihnen ausgefüllte Raum unter den möglichen der kleinste wird*). Bei einer grossen Zahl von Verbindungen ganz verschiedener Klassen konnte nach den bekannten Umsetzungen aus der Dichtigkeit der Componenten die Gültigkeit dieses Grundsatzes des kleinsten Raumes für den Verlauf des chemischen Processes nachgewiesen werden. Jenem bereits vorhandenen Beweismaterial füge ich nun Beispiele aus den Reihen der selensauren und chromsauren Salze hinzu. Gern hätte ich die Zahl derselben vermehrt, aber es fehlte mir an Zeit zu eigenen experimentellen Bestimmungen und ausserdem haben für meine Beweisführung die Angaben fremder Autoren den Vorzug grösserer Unbefangenheit. Dabei habe ich stets, um möglichst objektiv den

*) Chem. Ges. Ber. 1881, S. 2212.

Sachverhalt vorzulegen, alle irgend zuverlässig erscheinenden Angaben über die specifischen Gewichte nebeneinander gestellt. Ohne eine solche Vorsicht könnte man bei den starken Abweichungen unter den vorliegenden Bestimmungen der Volumgewichte, die theilweise unzweifelhaft auf thatsächlichen Unterschieden beruhen, durch eine angepasste Auswahl die verschiedensten Behauptungen beweisen. Ein genaues Studium der Affiniiät nach den Contraktionsverhältnissen hat mehr als es nach den bisherigen Beobachtungen möglich ist den Unterschied der unter abweichenden Umständen entstehenden chemischen Verbindungen sowohl nach ihrer Dichtigkeit als auch nach ihrer Verwandtschaft zu berücksichtigen, und das ist in gleicher Weise in den Affinitätsbestimmungen nach Wärmetönungen zu beachten.

In der folgenden Zusammenstellung sind die Elemente nach der ersten Gruppirung derselben Horizontalreihe regelmässig von kleinerem Gesammtvolum, und es ergiebt sich daraus ohne weiteres die gefolgerte Abstufung in der chemischen Verwandtschaft.

1. Salze der Selensäure.

lemente nach er ersten Form verbunden	Gesammtvolum	Beobachter der Dichte des Salzes	Elemente nach der zweiten Form verbunden	Gesammtvolum	Beobachter der Dichte des Salzes
$b_2SeO_4+K_2$	79,8+90,3=170,1	Pettersson	$K_2SeO_4+Rb_2$	71,9+112,2=184,1	Pettersson
				72,2+112,2=184,4	Topsoe
$_2SeO_4+Na_2$	71,9+47,3=119,2		$Na_2SeO_4+K_2$	58,8+ 90,3=149,1	Pettersson
a_2SeO_4+Ba	58,8+34,0= 92,8	Ba nach Clarke	$BaSeO_4+Na_2$	59,8+ 47,3=107,1	Schafarik
	58,8+36,5= 95,3	Ba nach Marignac			
$aSeO_4+Pb$	59,8+18,1= 77,9		$PbSeO_4+Ba$	54,8+ 34 = 88,9	Schafarik
$bSeO_4+Tl_2$	54,8+34,6= 89,4		Tl_2SeO_4+Pb	78,2+ 18,1= 96,3	Pettersson
	56,2+34,6= 90,8	Pettersson			
$bSeO_4+Ag_2$	56,2+20,6= 76,8		Ag_2SeO_4+Pb	60,5+ 18,1= 78,6	Pettersson
	54,8+20,6= 75,4				
$g_2SeO_4+Tl_2$	60,5+34,6= 95,1		$Tl_2SeO_4+Ag_2$	78,2+ 20,6= 98,8	

2. Salze der Chromsäure.

lemente nach er ersten Form verbunden	Gesammtvolum	Beobachter der Dichte des Salzes	Elemente nach der zweiten Form verbunden	Gesammtvolum	Beobachter der Dichte des Salzes
$_2CrO_4+Na_2$	71,8+47,3=119,1	Kopp	$Na_2CrO_4+K_2$	59,4+90,3=149,7	M. Abott
	74,3+47,3=121,6	Thomson			
a_2CrO_4+Ba	59,4+34 = 93,4		$BaCrO_4+Na_2$	56,3+47,3=103,6	Schafarik
	59,4+36,5= 95,9			58 +47,3=105,3	Hermann
				64,9+47,3=112,2	Bödeker u. Giesecke
$aCrO_4+Pb$	56,3+18,1= 74,4		$PbCrO_4+Ba$	53,8+34 = 87,8	Mohs, Manross
	64,9+18,1= 83,0				
$bCrO_4+Ag_2$	53,8+20,6= 74,4		Ag_2CrO_4+Pb	57,6+18,1= 75,7	Playfair u. Joule
	56,7+20,6= 77,3	Playfair u. Joule		60,3+18,1= 78,4	Schröder

Nach der zunehmenden Verringerung des Gesammtvolums erhält man demnach bei den Selensäuresalzen für die zunehmende Verwandtschaft der in ihnen gebundenen Metalle die Reihenfolge *Rb — K — Na — Ba — Pb — Ag — Tl*; bei den Chromsäuresalzen die Reihenfolge *K — Na — Ba — Pb — Ag*, wobei höchstens für die letzteren nach einer der vorkommenden Angaben die Anordnung von Blei und Silber als zweifelhaft angesehen werden könnte. Ueber den Unterschied in der Affinität beider Säuren zu den verschiedenen Metallen ist wenig bekannt, dagegen zeigen sie grosse Aehnlichkeit in ihrem Verhalten mit der Schwefelsäure, mit der sie dann auch nach den thermochemischen Untersuchungen von Thomsen in der Basicität übereinstimmen. Für die Schwefelsäure werden in den aus den chemischen Reaktionen aufgestellten Verwandtschaftstafeln die Alkalien und die alkalischen Erden an die Spitze gestellt, ob dem Baryt die erste Stelle zukommt ist bei der von John beobachteten vollständigen Zersetzbarkeit seines schwefelsauren Salzes jedenfalls zweifelhaft, dann folgen Bleioxyd und andere Oxyde von schweren Metallen. Die Bildungswärmen sind neben den Contraktionen eines der wichtigsten Hülfsmittel, um die Abstufung der Verwandtschaft zu erkennen, wenn sie auch für einen absolut zuverlässigen Maassstab derselben nicht angesehen werden dürfen*). Nun geben die Wärmetönungen bei der Bildung der Sulfate aus Metall, Sauerstoff und verdünnter Schwefelsäure die Reihenfolge *K—Ba—Na—Pb—Tl—Ag*, wobei jedoch beim Blei die Präcipitationswärme als Bildungswärme mitgerechnet ist. Aehnliches muss man von den gleich constituirten und meist isomorphen Salzen der Selensäure und der Chromsäure erwarten, und es würden demnach 7 Metalle der selensauren Salze unter den 21 möglichen Combinationen zu zwei 20mal nach den Volumverhältnissen die gewöhnlich geltende und nur für Baryum nicht genau bestimmte Affinitätsfolge erhalten. Die 21. Combination *Ag Tl* weicht nur wenig ab, und es ist darauf um so weniger Gewicht zu legen als die Molekulargewichte ihrer Salze sehr gross sind und desshalb kleine Fehler im speci-

*) Müller-Erzbach, Lieb. Ann. 1881. CCX, 196.

fischen Gewichte die berechneten Volume bedeutend ändern. Die chromsauren Salze zeigen unter 10 Combinationen keine Ausnahme, und folglich steht die aus der Dichtigkeit der Verbindungen für beide Säuren hergeleitete Reihenfolge der Verwandtchaften mit den übrigen Bestimmungen derselben in ganz befriedigender Uebereinstimmung.

Weil die Volume der Salzreste SeO_4 und CrO_4 im festen Aggregatzustand nicht bekannt sind, so lässt sich die bei den Metallen angewandte Methode nicht dazu benutzen, den Unterschied in der Verwandschaft der beiden Complexe zu ein und demselben Metall oder auch der Selensäure und der Chromsäure zu demselben Metalloxyd zu bestimmen. Diese Bestimmung ist indessen speciell für die beiden genannten Säuren doch nach dem leitenden Princip aus der räumlichen Ausdehnung ihrer Salze in zuverlässiger Weise ausführbar. Die chromsauren und selensauren Salze, welche gleiche Metalle enthalten, haben nämlich fast ganz übereinstimmende Volume. In dem chromsauren Salz sind dabei 116 Gewichtstheile des Complexes CrO_4 enthalten, in dem selensauren 143 des Complexes SeO_4, also hat z. B. die gleiche Menge Natrium im ersten Falle 116, im zweiten 143 Gewichtstheile fremder Substanz in demselben Raum zusammengezogen. Die Menge des Sauerstoffs ist in beiden Fällen gleich, aber das in grösserer Menge vorhandene Selen hat ein viel geringeres Volumgewicht (4,3 bis 4,8) als das Chrom (6,8) und folglich ist die Contraktion in dem selensauren Salze bedeutend überwiegend. Dass die chemische Verwandtschaft sich in analoger Weise unterscheidet, ist in dem Gmelin'schen*) Affinitätstabellen ausgedrückt und ist ebenso für die Natriumsalze der Selensäure und Chromsäure aus den von Thomsen beobachteten Neutralisationswärmen von 30,4 und 24,7 grossen Calorien zu schliessen. Unter Verwandtschaft ist dabei von mir stets die ganze molekulare Anziehung heterogener Substanz gemeint und nicht etwa das Neutralisationsstreben oder nach Thomsen's Bezeichnung die „Avidität", welche ja bekannt-

*) Gmelin, 5. Aufl., I, 135.

lich von der eigentlichen Affinität oft stark abweicht. Beim Kalium, Barium und Blei wiederholt sich die annähernde Gleichheit der Volume ihrer Selensäure- und Chromsäuresalze, und daher bestätigen in allen bekannten Fällen die Dichtigkeitsverhältnisse die auf anderem Wege gefundene grössere Verwandtschaft der Selensäure im Vergleich zur Chromsäure. Leider ist eine derartige Bestimmung der Affinität für andere Säuren nicht anwendbar, weil die Aequivalentvolume ihrer in den Metallen übereinstimmenden Salze zu stark abweichen, und weil ausserdem die übrigen Componenten meist eine Vergleichung der Contraktionsstärke in ähnlicher Weise wie Chrom und Selen nicht zulassen.

Es erschien von Interesse festzustellen, ob nicht durch die Möglichkeit der Contraktion eine Umsetzung angezeigt wäre zwischen dem Natriumsalz der Selensäure und dem Kaliumsalz der Chromsäure in der Art, dass die stärkere Selensäure das Kalium gegen Natrium austauschte. Aber die Volume der Salze beider Säuren sind,. wie vorher bereits angeführt wurde, für dasselbe Metall fast gleich und daher auch die Unterschiede der Salze mit zwei verschiedenen Metallen, so dass mit Rücksicht auf die vorkommenden Schwankungen in dem specifischen Gewicht bei keiner Gruppirung mit Sicherheit ein kleineres Gesammtvolum behauptet werden kann. Die Vergleichung von Verbindungswärmen ist nun zwar für diese beiden Klassen von Salzen wegen mangelnder Data unmöglich, aber es sei darauf hingewiesen, dass kohlensaures Kali und schwefelsaures Natron trotz des bedeutenden Unterschieds in der Affinität der Säuren bei der Umsetzung zu schwefelsaurem Kali und kohlensaurem Natron nur $1\frac{1}{3}$ pCt. der gesammten Bildungswärme beider Salze entbinden würden, und dass die Volumverminderung von $1\frac{1}{2}$ bis 3 pCt eine entsprechend geringe wäre. Das Verhalten der selensauren und chromsauren Salze erscheint demnach vollkommen analog und die geringe Aenderung der Volumensumme bei einer gegenseitigen Umsetzung kann nicht auffallen.

Als Ergebniss der Volumvergleichungen hat sich demnach herausgestellt, dass für die Verwandtschaft in den selensauren

Salzen die Metalle sich in der Reihe folgen:

Rb — K — Na — Ba — Pb — (Ag Tl),

in den chromsauren Salzen: K — Na — Ba — Pb — Ag, und dass überall die Affinität der Chromsäure von der der Selensäure übertroffen wird.

No. 8. Sitzung vom 4. Mai 1883.

Ausgegeben am 16. Mai.

Vorsitzender: Hr. Helmholtz.

Hr. **G. Hauck** sprach:

Ueber mechanische Perspektive und Photogrammetrie.

Die „Darstellende Geometrie" befasst sich mit der Aufgabe, räumliche Gebilde in Parallel- oder Centralprojektion darzustellen. Da aber ein räumliches Gebilde nach Gestalt und Lage im Raum im allgemeinen selbst wieder durch 2 Projektionen bestimmt und in der Regel auch gegeben ist, so kann die Fundamentalaufgabe der darstellenden Geometrie (im engeren Sinne) dahin präcisirt werden: Es ist aus 2 gegebenen Projektionen eines räumlichen Gebildes eine beliebige dritte Projektion zu ermitteln. Sind z. B. die zwei gegebenen Projektionen Parallelprojektionen, (etwa Grundriss und Aufriss), die gesuchte dritte Projection eine Centralprojektion, so liegt das Problem der Perspektive vor. Sind die zwei gegebenen Projektionen Centralprojektionen (etwa zwei Photographieen), die gesuchte dritte Projektion eine Parallelprojektion (Grundriss oder Aufriss), so liegt das Problem der Photogrammetrie vor.

Letztere Methode, geometrische Aufnahmen von Terrain- oder Architektur-Objekten mittelst photographischer Aufnahmen zu bewerkstelligen, wurde seit 1854 von Hrn. Laussedat in Paris ausgebildet und mit entschiedenem Erfolge praktisch ausgeübt. Die Lösung der diesbezüglichen constructiven Aufgabe, wie sie schon von Beautemps-Beaupré 1835 gegeben worden war, kommt auf eine Rückwärts-Construktion der Perspektive hinaus.

Es lag nun nahe, die Aufgabe: aus 2 Projektionen eine beliebige dritte zu ermitteln, in ihrer allgemeinsten Form in Angriff zu nehmen. Es liess sich erwarten, dass deren Lösung dann die mannigfaltigen Specialconstruktionen der praktischen Perspektive und Photogrammetrie sämmtlich als einfache Specialfälle in sich enthalten werde.

Dies bestätigte sich in der That. — Die Lösung der genannten Aufgabe, welche sich identisch erwies mit dem Fundamentalproblem der dreibündig-trilinearen Verwandtschaft ebener Punktsysteme, beruht auf dem Satze:

„Zwei ebene Systeme können als die Projektionen eines und desselben räumlichen Systems betrachtet werden, wenn sie sich von zweien ihrer Punkte aus durch projektivische Strahlenbüschel projiciren lassen. Jeder dieser Punkte stellt alsdann die seinem System entsprechende Projektion des gegnerischen Projektionscentrums vor, während das zugehörige Strahlenbüschel die Projektion des gegnerischen projicirenden Strahlenbündels repräsentirt."

Im Uebrigen mag hier (wo erläuternde Figuren ausgeschlossen sind) auf eine demnächst im „Journal für die reine und angewandte Mathematik" erscheinende Abhandlung über diesen Gegenstand verwiesen werden. —

Die in Rede stehende Fundamentalconstruktion kann nun sehr leicht in einen mechanischen Apparat umgesetzt werden, das heisst in einen Mechanismus, welcher — bestehend aus einem kinematisch verketteten Gestänge mit 2 Führungsstiften und einem Zeichenstift — die betreffende Construktion in der Art mechanisch ausführt, dass wenn man mit den zwei Führungsstiften die zugeordneten Linien der zwei gegebenen Projektionen durchfährt, gleichzeitig der Zeichenstift die entsprechende Linie der dritten gesuchten Projektion beschreibt.

Das von dem Vortragenden vorgeführte Modell eines solchen Apparates (für das Beispiel: Perspektive aus Grundriss und Aufriss eingestellt) besteht aus einer Anzahl von Linealen mit Schlitzen, welche in — in's Reissbrett eingespiessten oder an andern Linealen befestigten — Stielen schlittenartig gleiten und

deren Bewegungen durch Hebel und gleichschenklige Schubkurbeln unter sich vermittelt werden. Bei der wirklichen Ausführung in Metall würden an Stelle der geschlitzten Lineale Rundstäbe gesetzt werden, die sich in (mit Friktionsrollen versehenen) Hülsen verschieben. Ausserdem würden an allen Unterstützungspunkten Rollen angebracht werden, so dass jegliche gleitende Reibung beseitigt wäre; überhaupt müssten alle bei den neueren Pantographen angewendeten Finessen zur Verwerthung gelangen.

Bei dem vorgelegten Modell ist übrigens trotz der vorhandenen gleitenden Reibung die Beweglichkeit doch schon eine sehr leichte, und giebt die stetige Curvenzeichnung recht brauchbare Resultate. Doch geht die Genauigkeit der Construktion bei dem Modell nur bis ca. $^1/_2$ mm.

Sämmtliche gerade Linien in den 3 Hauptrichtungen können (durch Feststellen einzelner Theile des Apparates) unmittelbar gezogen werden; ebene Curven parallel zur Grundriss- oder Aufriss-Ebene können mit einfacher Führung eines einzigen Führungsstiftes gezeichnet werden. Für die übrigen Linien (namentlich Raumcurven) ist eine gleichzeitige Führung beider Führungsstifte erforderlich. Dies geht sehr leicht und genau durch Zusammenwirken zweier Personen, von denen jeder einen Stift führt.

Was die praktische Verwendung des Apparates anlangt, so kann derselbe schon zu rein theoretischen Curven-Untersuchungen wichtige Dienste leisten, insofern er aus 2 gegebenen, als Projektionen der nämlichen Raumcurve aufgefassten Curventypen beliebige weitere Typen auf mechanischem Wege liefert.

Die Bedeutung für die praktische Perspektive liegt klar. — Was ferner die Verwendung für photogrammetrische Zwecke betrifft, so war es bisher der praktischen Geometrie nur in der Weise möglich, Curven aufzunehmen, dass man einzelne Punkte derselben einvisirte und festlegte, welche dann durch einen stetigen Curvenzug aus freier Hand verbunden werden mussten. Die Photogrammetrie aber stellt nun die Möglichkeit in Aussicht, mit Hilfe des Apparates Curven in ihrem ganzen continuirlichen Verlauf unmittelbar aufzunehmen. — Unter An-

derem dürfte für die Aufnahme von Höhencurven eine wesentliche Erleichterung von dem Apparate zu erhoffen sein.

Auch auf anderen Gebieten wird der Apparat der experimentellen Untersuchung von Curven, namentlich Raumcurven, wichtige Dienste leisten können. Beispielsweise sei auf die ballistische Curve (mit Seitenabweichung in Folge der Rotation) hingewiesen. Es soll Hrn. Marny in Paris gelungen sein, Momentphotographieen von Geschossen im Fluge aufzunehmen, und zwar soll er nicht blos die absolute Flugbahn, sondern auch die Geschwindigkeitsverhältnisse pro hundertstel Sekunde erhalten haben, indem er eine Vorrichtung an seiner Camera anbrachte, welche es ermöglichte, den Lichteintritt 100 mal in der Sekunde zu unterbrechen. Bestätigt sich dies, so könnte man die Flugbahn von zwei verschiedenen Standpunkten mittelst zweier Kammern, deren Unterbrechungsmechanismen durch eine elektrische Leitung verbunden sind, aufnehmen und die gewonnenen perspektivischen Bilder mittelst des Apparates in Grundriss- und Aufrissprojektion umsetzen. Diese letzteren würden dann erst die Grundlage für die Discussion der ballistischen Curve sowohl hinsichtlich ihrer Gestalt als hinsichtlich der Geschwindigkeitsverhältnisse bilden.

No. 9. Sitzung vom 25. Mai 1883.

Ausgegeben am 27. Juni.

Vorsitzender i. V.: Hr. Schwalbe.

Hr. Dr. **Aron** besprach die

Eigenschaft der Glühlichtkohle,

weder in der Flamme des Bunsen'schen Brenners, noch selbst im Gasgebläse zu verbrennen. Diese Eigenschaft der schweren Verbrennlichkeit erlangen vegetabilische Substanzen durch Glühen bei sehr hoher Temperatur unter Luftabschluss. Der Vortragende zeigte Proben dieser Art von Papier, Geweben etc., insbesondere aber auch von Watte, deren zarte Fäserchen im Bunsenbrenner glühten ohne zu verbrennen. Er nannte diese Stoffe „graphi-

tirt“ in dem Sinne, dass sie mit dem natürlichen Graphit die beiden Eigenschaften der schweren Verbrennlichkeit und der guten elektrischen Leitungsfähigkeit gemein haben, wenn auch von ihm hinsichtlich der krystallinischen Beschaffenheit und der Schmierfähigkeit abweichen. Näheres darüber findet sich in der elektrotechnischen Zeitschrift 1883.

No. 10. Sitzung vom 8. Juni 1883.

Ausgegeben am 27. Juni.

Vorsitzender i. V.: Hr. Neesen.

Hr. **Fr. Martius** (a. G.) gab eine von Experimenten begleitete Mittheilung:

Ueber die Wirkung schnell auf einander folgender Stromstösse auf das Capillarelektrometer.

Um den Einfluss zu beobachten, den die in ihrer Frequenz variirenden Unterbrechungen eines durch ein Capillarelektrometer*) gehenden constanten Stromes bei wechselnder Stromesrichtung und veränderlicher Stromstärke auf den capillaren Meniskus des Instrumentes ausüben, wurde folgende Anordnung getroffen. In den Schliessungskreis eines Daniell'schen Elementes waren hintereinander ein elektrischer Metronom mit Spülcontact, ein Stromwender (Pohl'sche Wippe) und ein Rheochord eingeschaltet. Von letzterem wurde zu einem Vorreiberschlüssel und von diesem zum Capillarelektrometer abgeleitet. — Das Ergebniss ist folgendes. Im Allgemeinen erleidet der Meniskus in der Richtung des Stromes eine Gesammtverschiebung, auf welche sich die der Zahl der Unterbrechungen entsprechenden Oscillationen aufsetzen. Bis zur Frequenz von etwa 20 Unterbrechungen in der Sekunde sind die Oscillationen einzeln zu unterscheiden. Bei grösseren Frequenzen verschmelzen sie für das Auge zu einem grauen Saume, der bei geringer Stromstärke das scharfe

---

*) Das benutzte Instrument verdankt seine sehr handliche Einrichtung Hrn. Prof. Christiani.

Bild der Quecksilberkuppe wie verwaschen erscheinen lässt, bei grösserer Stromstärke in messbarer Höhe auf dasselbe sich aufsetzt. Die genaueren Verhältnisse ergeben sich aus den folgenden als Beispiel ausgewählten Zahlenreihen eines Versuches.

Unterbrechungen in der Sekunde	Stromstärke*)	Anodischer Strom ↓ Gesammtverschiebung	Anodischer Strom ↓ Grösse der Oscillationen	Kathodischer Strom ↑ Gesammtverschiebung	Kathodischer Strom ↑ Grösse der Oscillationen
12	0	5†) ↓	1/2†)	6†) ↑	1/2†)
	10	27	3	27	3
	20	55	6	45	6
	30	über 100		65	6
18	0	5	Meniscus verwaschen	5	Meniscus verwaschen
	10	27	1	25	2
	20	45	2	38	2
	30	95	5	55	5
	40	über 100		70	6
30	0	5	0	5	0
	10	15	eben merklich verw.	17	eben merklich verw.
	20	40	eben deutlicher Saum	23	Saum
	30	55	Saum von 2 Th. str.	45	2
	40	90	- - 2-3 - -	56	2
	50	über 100		75	3
45	0	4	0	4	0
	10	15	0	15	0
	20	25	kaum merklich verw.	25	kaum merklich verw.
	30	43	eben deutlicher Saum	38	eben deutlicher Saum
	40	55	- - -	48	- - -
	50	80	- - -	60	scharfer Saum
	60	über 100		68	1
	70			76	2

Aus diesen Zahlen folgt:

1) dass bei derselben Grösse des Widerstandes in der Nebenschliessung die Gesammtverschiebung und die Oscillationen, resp. der graue Saum um so kleiner werden, je grösser man die Zahl der Unterbrechungen in der Zeiteinheit wählt. Beispielsweise wird bei einer Frequenz von 45 Unterbrechungen in der Sekunde der Saum überhaupt erst eben erkennbar, wenn man die Rheo-

*) Die Zahlen dieser Columne bedeuten cm und geben die Stellung der Rheochordbrücke an.

†) Theilstriche der Mikrometerscala.

chordbrücke bis auf 30 cm hinausschiebt, während bei derselben Stellung der Brücke 12 Unterbrechungen in der Sekunde Oscillationen von 6 Theilstrichen hervorbringen;

2) dass ceteris paribus die Gesammtverschiebung abwärts durch den anodischen Strom grösser ist, als die Gesammtverschiebung aufwärts durch den kathodischen Strom. Diese Differenz wird um so grösser, je mehr die Stromstärke wächst. Sie erklärt sich aus der zuerst von v. Fleischl hervorgehobenen Beobachtung, dass auch bei dauernder Durchströmung ceteris paribus die Verschiebung der Quecksilbersäule in der Richtung des anodischen Stromes grösser ist, als in der des kathodischen Stromes.

Grösse des Rheochordwiderstandes.	Verschiebung der Quecksilbersäule	
	↓ durch den anod. Strom	↑ durch den kathod. Strom
0	15 Theilstriche	10 Theilstriche
5	55 -	36 -

Etwas complicirter gestalten sich die Verhältnisse, wenn man Induktionswechselströme durch das Capillarelektrometer schickt. Bei Anwendung des Schlitteninduktorium ohne Nebenschliessung wurden folgende Werthe beobachtet.

Unterbrechungen	Rollenabstand	Stromrichtung O ↑	Stromrichtung S ↓	Stromrichtung O ↓	Stromrichtung S ↑
		Gesammtverschiebung	Höhe des Saums	Gesammtversicherung	Höhe des Saums
Durch den Wagner'schen Hammer (75 in der Sekunde).	20	12 ↓	Meniscus verw.	8 ↓	Meniscus verw
	17	45 -	- -	10 -	- -
	15	65 -	- -	25 -	- -
	14	über 100 -	- -	schwankt zwischen 40 u. 50	Saum von 2 Th. str.
	13	—	—	100	

Aus diesen Zahlen folgt, dass bei beiden Stromesrichtungen die Quecksilbersäule eine Verschiebung nach der Spitze der Capillare zu erleidet, die bei gleichem Rollenabstande grösser ist, wenn der Oeffnungsinduktionsschlag aufwärts durch das Instrument, als wenn derselbe abwärts durch dasselbe gerichtet ist. Diese Erscheinung erklärt sich, wenn man die Wirkung einzelner Oeff-

nungs- und Schliessungsinductionsströme je nach beiden Richtungen beobachtet.

Rollenabstand	o ↑	s ↓	o ↓	s ↑
25	1	1	1	1
20	2	2	2	2
15	3	8	7	6
12	5	15	20	13
10	6	30	25	16
8	7	40	35	22

Vergleicht man O mit O, S mit S, so überwiegt, entsprechend dem oben für constante Ströme aufgestelltem Gesetz, in beiden Fällen die Richtung nach abwärts. Vergleicht man O mit S, so übertrifft in beiden Richtungen die Wirkung des Schliessungsstromes diejenige des Oeffnungsstromes. Da die Veränderungen der Capillarconstante durch den Strom als Polarisationswirkungen aufzufassen sind, so liess sich vermuthen, dass die grössere Wirkung des Schliessungsinduktionsstromes durch seine längere Dauer bedingt sei. Der Unterschied in der Wirkung zwischen O und S musste demnach so gut wie ganz verschwinden, wenn man mittelst der Helmholtz'schen Vorrichtung, Dauer und Stärke des Oeffnungs- und des Schliessungsinduktionsschlages annähernd gleich machte. Diese Voraussetzung hat sich in der That bestätigt.

Einzelunterbrechungen mittelst des Wagner'schen Hammers am Schlitteninduktorium mit Nebenschliessung.

R. A.	o ↑	s ↓	o ↓	s ↑
10	20	30	30	20

Der Unterschied zwischen O und S ist verschwunden, der Unterschied der Stromesrichtung dagegen bestehen geblieben. Demgemäss muss, wie die Beobachtung bestätigt (siehe folg. Tabelle), bei dieser Anordnung, wenn man den Wagner'schen Hammer spielen lässt, ebenfalls eine Gesammtverschiebung nach unten stattfinden, auf die der Saum sich aufsetzt, aber bei gleichem Rollenabstande nach beiden Richtungen hin um annähernd dieselbe Grösse.

		Stromesrichtung O ↑	S ↓	Stromesrichtung O ↓	S ↑
Unterbrechungen	Rollenabstand	Gesammtverschiebung	Höhe des Saums	G. V.	Höhe des Saums
Durch den Wagner'schen Hammer	20	0	verwaschen	0	verwaschen
	15	22 ↓	Saum von 4 Th. str.	15 ↓	Saum von 3 Th. str.
	13	schwankt	- - 5 - -	50	- - 4 - -
	12	über 100		über 100	

Hr. **H. Kronecker** demonstrirte mittels Siemens'scher Telephone an einem Manne

„das elektrische Muskelgeräusch bei willkürlicher Bewegung."

Wollaston hatte das Muskelgeräusch, welches man hört, wenn man in den Gehörgang einen Finger gesteckt hält, während man Muskeln des zugehörigen Armes kräftig contrahirt, mit dem Geräusche eines fernen über Londoner Pflaster schnell rollenden Wagens verglichen.

Hr. v. Helmholtz hat im Jahre 1865 die Anzahl der Schwingungen, welche die Muskelfasern, während der willkürlichen Zusammenziehung ausführen auf 18—20 pro 1 Sek. bestimmt, indem er ermittelte, welche Schwingungsdauer (Länge) federnde Blättchen haben mussten, damit sie am intensivsten mit dem am gleichen Resonanzbrette befestigten Muskel vibriren. Hr. v. Helmholtz hat auch gezeigt, dass man den Ton der stromunterbrechenden Stimmgabel im Muskel hört, wenn man demselben oder seinem Nerven jene Stromstösse zuführt, dass man hingegen immer den tiefen („natürlichen") Muskelton vernimmt, wenn man, mit welcher Reizfrequenz auch immer, das Rückenmark (des Kaninchens) erregt.

Um zu ermitteln welcher Art und Frequenz die von Hrn. du Bois-Reymond nachgewiesenen elektrischen Schwankungen des Muskelstromes sind, welche die willkürliche Bewegung begleiten, wendete Hr. Dr. Wedenskii in der von Hrn. Kronecker geleiteten Abtheilung des physiologischen Instituts die sehr empfindlichen

SIEMENS'schen Telephone an, mit deren Hilfe die Hrn. BERNSTEIN und SCHOENLEIN vor 2 Jahren zuerst das Tönen von Kaninchenmuskeln, welche durch Vermittelung ihrer Nerven elektrisirt oder durch Strychninkrampf contrahirt waren, gehört hatten.

Hr. WEDENSKII hörte nun bei willkürlicher Bewegung ebenso wie von Kaninchenmuskeln auch von unversehrten Menschenmuskeln telephonisch ein Hauchen. Zu diesem Versuche ist nur nöthig 2 Nähnadeln in den Musculus biceps brachii zu stecken und sie mit den Drahtenden einer Telephonspirale zu verbinden. — Bei jeder starken Beugung des Vorderarms hört man das hauchende Geräusch und mit 2 Telephonen (binauricular) sehr deutlich.

Hält man den Arm längere Zeit angestrengt gebeugt, so wird das Hauchen schwächer und erlischt endlich (Ermüdung). Das hauchende Geräusch ist tief, aber seine Tonhöhe unbestimmbar. Das Geräusch ist ganz verschieden von demjenigen, welches man hört, wenn man den auscultirten Muskel durch 20 Induktionsschläge pro 1 Sek. tetanisirt. Dieser Ton ist dann rasselnd, etwa wie der direct gehörte Muskelton.

Das Hauchen hört man auch an Frosch- oder Kaninchen-Muskeln, die man durch mechanische oder chemische (Strychnin) Reizung des Rückenmarks in Krampf versetzt. Endlich hört man merkwürdiger Weise dies Hauchen, wenn man durch sehr frequente elektrische Reize (z. B. 2000 pro 1 Sek.) den Muskelnerven erregt, während man bei 800 Reizungen (nach BERNSTEIN und SCHOENLEIN) noch den entsprechenden Ton klingen hört.

No. 11. Sitzung vom 22. Juni 1883.

Ausgegeben am 8. Juli.

Vorsitzender: Hr. DU BOIS-REYMOND.

Hr. **A. König** machte folgende Mittheilung:

Ueber den Luftdruck im Innern von Flüssigkeitsblasen.

In dem letzthin erschienenen Hefte des „Repertoriums der Physik" (XIX, p. 339) veröffentlicht Hr. A. KURZ eine kleine Notiz

über die Grösse des Luftdruckes im Innern von Seifenblasen. Dieselbe enthält zwei Irrthümer, deren Berichtigung ich mir nachstehend zu geben erlaube.

Erstens giebt Hr. Kurz bei einem Vergleiche des erwähnten Druckes mit dem normalen Luftdrucke den letzteren zu ungefähr 100 Million $\frac{\text{Milligramm}}{\text{Quadratmillimeter}}$ an, was doch thatsächlich unrichtig ist; denn derselbe beträgt, wenn wir das specifische Gewicht des Quecksilbers zu 13,543 annehmen,

$$760.13{,}543 \frac{\text{mg}}{\text{mm}^2} = 10294 \frac{\text{mg}}{\text{mm}^2}.$$

Der von Hrn. Kurz angegebene Werth kommt mit sehr grosser Annäherung heraus, wenn man den Luftdruck für das absolute Maasssystem also in $\frac{\text{mg}}{\text{mm.sec}^2}$ berechnet; wahrscheinlich erklärt sich also die irrthümliche Angabe durch eine Verwechselung des conventionellen mit dem absoluten Maasssystem.

Zweitens nimmt Hr. Kurz an, dass die Oberflächenspannung der Seifenlösung, aus der die Blasen gewöhnlich gemacht werden, gleich derjenigen des Wassers also gleich $8{,}25 \frac{\text{mg}}{\text{mm}}$ (convent. Maasssystem) sei. Die bekannte Thatsache aber, dass die Oberflächenspannung des Wassers schon bei geringer Verunreinigung ganz beträchtlich abnimmt, lässt die erwähnte Annahme von vorn herein als sehr unberechtigt erscheinen, und experimentelle Messungen, welche ich in den letzten Tagen anstellte, haben auch ihre Unrichtigkeit ergeben. Ich erhielt nämlich für eine Lösung von Seife in Wasser bei verschiedener Concentration Werthe der Oberflächenspannung $= \frac{H}{2}$, welche sämmtlich zwischen 2,85 und 3,40 lagen. Eine Lösung von venetianischer Seife in einer Mischung von Alkohol und Glycerin ergab die Oberflächenspannung

bei der ersten Messung $\frac{H}{2} = 2{,}890 \frac{\text{mg}}{\text{mm}}$

- - zweiten - $\frac{H}{2} = 2{,}919$ -

Mittel $\frac{H}{2} = 2{,}904 \frac{\text{mg}}{\text{mm}}$

Die von Hrn. KURZ zur Rechnung benutzte Constante ist demnach fast um das dreifache ihres Betrages zu gross.

Im Anschluss an diese Berichtigung gebe ich nunmehr mit Benutzung der richtigen Werthe für die Oberflächenspannung einen gedrängten Ueberblick über die Grösse des Luftdruckes in kugelförmigen Flüssigkeitsblasen. Bezeichnen wir mit K den Normaldruck, der auf die Oberfläche einer Flüssigkeit wirkt, und mit H ($= 2\alpha$ nach der von Hrn. QUINCKE eingeführten Bezeichnung) den doppelten Werth der Oberflächenspannung, so ist der von aussen auf der Flüsigkeitsblase lastende Oberflächendruck gleich $K + \frac{H}{r_1}$, wenn r_1 den Radius der äusseren Grenzfläche bezeichnet, und der auf der inneren Fläche vom Radius r_2 wirkende Druck ist gleich $K - \frac{H}{r_2}$. Da beide Druckkräfte entgegengesetzt gerichtet sind, so ist ihre Resultirende gleich

$$H\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right).$$

Wegen der geringen Dicke der Flüssigkeitshaut können wir aber $r_1 = r_2$ annehmen, und es ergiebt sich somit $\frac{2H}{r}$ als Gesammtwirkung.

Für Blasen, deren Wandung aus Wasser besteht, erhalten wir, da hier $H = 16{,}5 \frac{\text{mg}}{\text{mm}}$, den Ueberschuss des im Innern herrschenden Druckes über den äusseren gleich $\frac{33}{r}$ Milligramm pro Quadratmillimeter, wo wir für r die Grösse des Radius der Blase in Millimeter einzusetzen haben. Da die Grösse des normalen Luftdruckes gleich ca. 10000 Milligramm pro Quadratmillimeter, so ist der Zuwachs des Druckes in ihrem Inneren ungefähr $\frac{1}{300 \cdot r}$ des äusseren Luftdruckes. Der Radius der hypothetischen Dunstbläschen in der Atmosphäre soll zwischen 0,0043 und 0,0478 Millimeter*) betragen. In den kleinsten von

*) Kämtz, Meteorologie. Halle 1836. III, p. 98.

ihnen wird demnach der innere Luftdruck den äusseren um ca. $^3/_4$ der Grösse des letzteren übertreffen.

In Blasen, welche aus der oben bereits erwähnten Lösung von Seife in Alkohol und Glycerin gebildet sind, übertrifft, da hier $H = 5{,}81$ ist, der innere Luftdruck den äusseren um $\frac{11{,}62}{r}$ Milligramm pro Quadratmillimeter, also um $\frac{1}{900.r}$ des normalen Luftdruckes, wo für r, ebenso wie oben, die Grösse des Radius der Blase in Millimeter ausgedrückt, einzusetzen ist. Bei einer Lösung von Seife in Wasser ergeben sich Werthe, welche im Mittel ungefähr dieselbe Grösse haben.

Es wurden sodann vorgelegt:

Lehrbuch der Elektricität und des Magnetismus von J. A. Maxwell. Autorisirte deutsche Uebersetzung von A. B. Weinstein. (In 2 Bänden.) Band II. Preis 14 Mark. 624 pp. 7 Tafeln. Verlag von Julius Springer. Berlin. (Ueberreicht vom Verleger.)

No. 12. Sitzung vom 19. Oktober 1883.

Ausgegeben am 31. Oktober.

Vorsitzender: Hr. Schwalbe i. V.

Hr. Dr. **O. Frölich** sprach über

Messungen der Sonnenwärme.

Es hatte sich dem Vortragenden schon seit Langem die Ueberzeugung aufgedrängt, dass die von der Sonne ausgestrahlte Wärme nicht konstant sein könne, wie gewöhnlich angenommen wird, sondern erheblichen Veränderungen unterworfen sein müsse. Diese Ueberzeugung gewinnt man theils durch Beobachtung der lebhaften und grossartigen Veränderungen der Sonnenoberfläche, theils durch Betrachtung der sog. unregelmässigen Veränderungen der Lufttemperatur im Lichte der von Fourier und Poisson gelieferten Diskussion der Erdwärme. Die primären Ursachen dieser letzteren sind bekanntlich, ausser der Sonnenwärme, der

aus dem Erdinnern dringende Wärmestrom und die Sternenwärme, Dinge, die höchstens langsam verlaufende, sekulare Aenderungen zeigen können. Wäre die Sonnenwärme konstant, so müsste, trotz aller Komplikationen von Land und Wasser, von Strömungen in Luft und Wasser, Wolkenbildung, Niederschlägen u. s. w., die Temperatur der Erde und der Luft einen periodischen Charakter zeigen; da dies nicht der Fall ist, muss man schliessen, dass jene primären Ursachen nicht konstant sind, oder, da hierbei nur die Sonnenwärme in Betracht kommen kann, dass diese nicht konstant ist.

Der Vortragende hat sich nun seit einer Reihe von Jahren bemüht, eine Methode auszuarbeiten, welche gestattet, die von der Sonne ausgestrahlte Wärme in sicherer Weise zu messen und deren Aenderungen zu verfolgen, was ihm auch schliesslich gelang.

Die Aufgabe bestand namentlich in der Auffindung einer Methode, welche gestattet, den Einfluss der Atmosphäre zu eliminiren, ferner in der Konstruktion von sicher und schnell arbeitenden Instrumenten und endlich in der Herstellung eines Normalmaasses, welches auch in längeren Zeiträumen konstant genug bleibt.

Als Methode wurde dieselbe angewendet, welche der Vortragende benutzte, um die Temperatur des Weltraumes zu bestimmen und welche darin besteht, dass die zu bestimmende Wärmequelle, hier die Sonne, unter verschiedenen Höhenwinkeln gemessen und hieraus auf die Wärme geschlossen wird, welche die Sonne auf die Erdoberfläche senden würde, wenn keine Atmosphäre vorhanden wäre.

Als Instrumente dienten die vom Vortragenden konstruirte Thermosäule für Himmelswärme und das astatische Spiegelgalvanometer von Siemens und Halske; beide sind Instrumente, deren Konstruktion an der Hand langjähriger Erfahrung sich entwickelt hat.

Um ein sicheres Normalmaass zu finden, wurden Anfangs Versuche mit glühenden Körpern angestellt, welche jedoch nicht zu der gewünschten Genauigkeit führten.

Zuerst wurde mit einer Platinscheibe gearbeitet; man

versetzte dieselbe, nach bestimmter Präparirung der Oberfläche, durch eine eigens konstruirte Benzingaslampe in konstante Weissgluth, maass ihre Wärmeausstrahlung vermittelst der Thermosäule, warf die Scheibe dann in ein Wasserkalorimeter und beobachtete die Temperaturerhöhung der letzteren. Diese Methode gab zuletzt eine Genauigkeit von 3 bis 4 pCt., welche als ungenügend betrachtet wurde.

Dann wurden elektrische Glühlampen, aus Kohlenfäden, verwendet, indem zugleich mit deren Wärmeausstrahlung die in der Lampe verwendete, elektrische Arbeit in sicheren elektrischen Maassen bestimmt wurde. Dies Verfahren war besonders deswegen vielversprechend, weil die durch einen schwarzen Körper aufgefangene Wärmestrahlung der Glühlampe der elektrischen Arbeit genau proportional ist, unabhängig von den Wellenlängen der Ausstrahlung und von Veränderungen der Form und des Widerstandes. Das Verfahren scheiterte jedoch, wahrscheinlich weil die Kohle allmählich zerstäubte und durch Beschlagen des Glases dessen Absorption vermehrte.

Wegen des Fehlschlagens dieser Versuche — die der Vortragende jedoch nicht aufgegeben hat — kehrte er zur Anwendung einer auf 100° erhitzten Fläche zurück und zwar wurden zwei geritzte Flächen gewählt, deren eine mit einem matten, schwarzen Lack überzogen, die andere mit feiner Kreide eingerieben wurde.

Ausserdem wurde stets die Empfindlichkeit des Galvanometers vermittelst zweier verschiedener Kombinationen von Thermoelementen gemessen.

Es wurde konstatirt, dass während eines halben Jahres das Verhältniss der Ausstrahlung der beiden Flächen nur um Bruchtheile von Procenten und nicht in bestimmter Richtung sich änderte; da nicht anzunehmen ist, dass sich beide Flächen in gleicher Weise ändern, ist dies ein Beweis der Konstanz der Ausstrahlung der Flächen selbst.

Dasselbe gilt von den beiden Kombinationen der Thermoelemente. Die Normalbestimmung war auf diese Weise auf eine Sicherheit von wenigstens 1 pCt. gebracht.

Die Messungen der Sonnenwärme wurden angestellt: im September 1879 auf dem Gipfel des Faulhorns in der Schweiz, im Winter 1879/80 auf der Berliner Sternwarte, von 1881 bis Ende 1882 in der Villa des Hrn. G. Hansemann und 1883 auf einem Thurm zu Westend bei Berlin.

Auf dem Faulhorn gelang es nur zu konstatiren, dass daselbst die beobachtete Sonnenwärme von einer Sonnenhöhe von 33° bis zu einer solchen von 43° sich nur um ungefähr 6 pCt. ändert; eine Thatsache, welche für die Ausdehnung dieser Beobachtungen wichtig werden dürfte.

Auf der Sternwarte zeigte sich, dass die Dunstschicht, welche bei heiterem Wetter sehr häufig sich über Berlin entwickelt, Beobachtungen dieser Art unmöglich macht.

Auf der Villa des Hrn. Hansemann wurden 10 Beobachtungen an klaren Tagen (ohne Normalbestimmung) gewonnen; aus denselben ergiebt sich das Resultat, dass die auf der Erde anlangende Sonnenwärme eine einfache Exponentialfunktion des Weges durch die Atmosphäre ist.

In Westend wurden bis jetzt 5 Messungen in Verbindung mit guten Normalbestimmungen gewonnen; es ergiebt sich aus denselben, dass die von der Sonne ausgestrahlte Wärme sehr erhebliche Veränderungen erleidet. Man fand die folgenden Werthe derselben:

	Sonnenwärme	Wahrscheinliche Fehler
29. Juni	572	± 11
1. Juli	559	± 8
14. August	598	± 8
12. September	550	± 25
15. Oktober	552	± 14

Die im Eingang ausgesprochenen Vermuthungen haben sich also bestätigt und es ist zu hoffen, dass durch diese Art von Beobachtungen für die Meteorologie ein neuer Weg der Erkenntniss geöffnet ist.

Das Resultat lässt sich dahin zusammenfassen, dass von Anfang Juli bis Mitte August die auf der Erde anlangende Sonnen-

wärme sich um ca. 6 pCt. vermehrt, von da an bis Mitte September wieder um 8 pCt. sich vermindert und von Mitte September bis Mitte Okober sich kaum verändert hat. Diese Wärmeschwankung entspricht einer Schwankung der Erdtemperatur in mittleren Breiten von wenigstens 6° Celsius.

Nach gütigen Mittheilungen der Hrn. Dr. Lohse und Prof. Spörer in Potsdam hat Anfangs Juli und im September und Oktober lebhafte Fleckenentwickelung stattgefunden, im August dagegen eine viel geringere; die Sonnenwärme scheint also hiernach mit zunehmender Fleckenentwicklung abzunehmen und es wäre ferner für die Sonnenwärme eine Periode von 11 Jahren, den Flecken entsprechend, zu erwarten.

No. 13. Sitzung vom 2. November 1883.

Ausgegeben am 19. November.

Vorsitzender: Hr. Du Bois-Reymond.

Nach einer von Hrn. **Christiani** angeregten Diskussion über die von sich überlagernden Strömen geleistete Arbeit trug Hr. **Aron** vor:

Ueber die elastischen Eigenschaften der Krystalle.

In einer Arbeit, die ich jüngst veröffentlicht habe*), habe ich gezeigt, dass aus der Theorie der Elasticität ohne jegliche Hypothese sich die Symmetrieverhältnisse, welche in einem elastischen Mittel möglich sind, herleiten lassen; dabei hat sich ergeben, dass, wenn der Körper nicht rings um eine Axe oder nicht völlig isotrop sein soll, nur Symmetrieebenen, welche sich unter 90°, 45° und 60° oder deren ganzzahligen Vielfachen schneiden, existiren können. Diese Fälle bedingen nun, wie eben daselbst gezeigt ist, sechs Arten krystallinischer Mittel, welche den sechs Krystallsystemen entsprechen. Berücksichtigt man die Beziehung zwischen den physikalischen und geometrischen Eigen-

*) Wied. Ann. XX, 273.



schaften der Krystalle, welche GROTH*) in folgendem Satz ausspricht: „Jede geometrische Symmetrieebene ist zugleich eine physikalische, zwei krystallographisch gleichartige Richtungen sind es auch in physikalischer Beziehung“, so ist mit Obigem bewiesen, dass auch hinsichtlich ihrer geometrischen Eigenschaftendie Krystalle sich in diese sechs Systeme müssen gruppiren lassen. Die äusseren Formen der Krystalle folgen alsdann, unter der Voraussetzung einer ebenen Begrenzung, aus den Symmetrieen, welche durch die verschiedenen Systeme bedingt werden.

In Fortsetzung jener Arbeit hat sich ein interessantes Resultat für die Elasticitätscoefficienten krystallinischer Mittel ergeben, das ich mir erlaube hier vorläufig in Kurzem mitzutheilen. Es handelt sich hier um den Elasticitätscoefficienten, der insbesondere diesen Namen führt, das ist der für Zug, Druck und Biegung. Dieser lässt sich in folgender Weise darstellen:

Bedeutet

$$f(A_{11}, A_{12} \dots X_x, Y_y, Z_z, Y_z, Z_x, X_y)$$

die homogene Funktion zweiten Grades, welche die Arbeit in einem krystallinischen Mittel durch die Spannnungen ausdrückt, so ist

$$f(A_{11}, A_{12} \dots \alpha^2, \beta^2, \gamma^2, \beta\gamma, \gamma\alpha, \alpha\beta)$$

der Elasticitätscoefficient für die Richtungen, deren Richtungscosinus α, β, γ sind, wobei für die verschiedenen Krystallsysteme dieselben Bestimmungen für die Coefficienten A_{11}, A_{12} etc. gelten, die ich in der oben genannten Arbeit für die Constanten c_{11}, c_{12} etc. für die entsprechenden Systeme entwickelt habe. Mit Benutzung der daselbst für das hexagonale System aufgestellten Arbeitsgleichung der Elasticität ergiebt sich für den Elasticitätscoefficienten desselben Systems:

$$E = A(\alpha^2+\beta^2)^2 + A'\gamma^4 + B\gamma^2(\alpha^2+\beta^2) + 2D\alpha\gamma(\alpha^2 - 3\beta^2)\text{**)};$$

daraus folgt, dass für eine Richtung in einer Hauptebene der

*) Groth. Physikalische Krystallographie p. 177.

**) Dieses Resultat hat bereits W. Voigt auf einem anderen Wege Wied. Ann. XVI, 411 hergeleitet, in welcher Arbeit er, wie ich nachträglich ergänzend erwähnen will, auf die allgemeinen Gleichungen der Elasticität des hexagonalen Systems zuerst mitgetheilt hat.

Symmetrie unter dem Winkel ϑ mit der Hauptaxe

$$E = L + M\sin^4\vartheta + N\cos^4\vartheta + P\sin^3\vartheta\cos\vartheta$$

ist. Nun liegen Versuche von Baumgarten, welche im Jahre 1872 im Neumann'schen Laboratorium in Königsberg ausgeführt wurden, über die Biegung von Kalkspathstäbchen vor, deren Längsrichtung gemäss den zuletzt gestellten Bedingungen gewählt waren*); mit Hülfe der Bestimmungen für ϑ von 0°, 45°, — 45° und 90° habe ich die 4 Constanten P, L, M, N der obigen Formel bestimmt. In den Einheiten von Baumgarten ist, wenn man nur die Durchbiegungen bei der kleinsten Belastung in Rechnung zieht und das Mittel aller Beobachtungen nimmt:

ϑ	0°	45°	—45°	90°
E	30,8	19,9	34,75	19,5

Daraus berechnet sich:

$$E = 29{,}6 - 10{,}1\sin^4\vartheta + 1{,}2\cos^4\vartheta - 29{,}5\sin^3\vartheta\cos\vartheta.$$

Aus dieser Formel sind im Folgenden für weitere 4 Richtungen die Elasticitätscoefficienten E berechnet und mit den entsprechenden übrigen 4 Bestimmungen von Baumgarten verglichen. Es ist:

ϑ	22,5°	67,5°	—67,5°	—22,5°
E berechnet	28,8	13,4	31,75	31,8
E beobachtet	28,4	12,75	31,0	31,75

Die Abweichungen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen von E sind geringer, als die einzelnen Beobachtungen häufig vom Mittel abweichen, so dass das Resultat als eine befriedigende Bestätigung der Theorie angesehen werden muss.

Der Gesellschaft wurden folgende eingesandte Werke vorgelegt:

Ballhorn, Nürnberg: Munker, die Gesetze der Elektrodynamik, synthetisch hergeleitet und experimentell geprüft. Mit Holzschnitten. 1883. (IV. 27 pp. 8°.)

*) Pogg. Ann. CLII, 369.

A. Hartleben, Wien: Elektrotechnische Bibliothek, Lief. 1—14.
URBANITZKY, die Elektricität im Dienste der Menschheit, Lief. 1 und 2.

Pichler's Wwe & Sohn, Wien: MASCART, Handbuch der statischen Elektricität. Deutsche Bearbeitung von J. G. VALLENTIN. 1 Band, 1 Abtheilung. 1883. (IV u. 539 pp. 8°.)

Vandenhoek & Ruprecht, Göttingen: Bibliotheca historico-naturalis. XXXII, 1 und 2.

Gerold's Sohn, Wien: ARISTIDES BREZINA, Krystallographische Untersuchungen an homologen und isomeren Reihen. Eine von der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien mit dem A. Freiherrn VON BAUMGARTNER'schen Preise gekrönte, durch einen methodologischen Theil vermehrte Schrift. 1 Theil, Methoden. Mit einer lithogr. Tafel und 93 in den Text gedruckten Holzschnitten. 1884. (Mit dem Nebentitel: Methodik der Krystall-Bestimmung. XIV u. 359 pp. 8°.)

Stahel, Würzburg: MERTSCHINSKY, Beitrag zur Wärme-Dyspnoë.
F. HERRMANN, über das Produkt der Einwirkung von Alkalimetallen auf den Bernsteinsäure-Aethylester.
H. VIRCHOW, Beiträge zur Kenntniss der Bewegungen des Menschen.
KRUKENBERG, die Farbstoffe der Vogeleierschalen.
STROUHAL und BURNS, über den Einfluss der Härte des Stahls auf dessen Magnetisirbarkeit, und des Anlassens auf die Haltbarkeit der Magnete.

J. Springer, Berlin: Chemiker-Kalender 1884 mit Beilage.

Hartleben, Wien: HAUCK, die galvanischen Batterien, Accumulatoren und Thermosäulen. Eine Beschreibung der hydro- und thermo-elektrischen Stromquellen mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis. Mit 85 Abbildungen. Wien. Pest. Leipzig, A. Hartleben's Verlag. (Elektro-technische Bibliothek. Bd. IV. XIII u. 320 pp. 8°.)

No. 14. **Sitzung vom 16. November** 1883.

Ausgegeben am 11. December.

Vorsitzender: Hr. v. Helmholtz.

Hr. **A. König** sprach:

Ueber den neutralen Punkt im Spektrum der Farbenblinden. (Zweite Mittheilung.)

Mit derselben Methode, nach der ich die in meinem Vortrage vom 2. März d. J.*) beschriebenen Untersuchungen angestellt, habe ich inzwischen noch Beobachtungen und Messungen an drei weiteren (Roth und Grün verwechselnden) Farbenblinden vorgenommen. Bei diesen lag der neutrale Punkt in demselben Theile des Spektrums wie bei den 10 ersten Individuen, und auch der wahrscheinliche Fehler (aus je acht Einstellungen berechnet) wich nur unbeträchtlich von den früher erhaltenen Werthen ab. Indem ich hinsichtlich der im Nachfolgenden benutzten Bezeichnungen mich auf meine oben erwähnte frühere Mittheilung beziehe, gebe ich hier zunächst sämmtliche bisher für die Wellenlänge des neutralen Punktes erhaltenen Werthe

1)	Hr.	Dr. W.	$\lambda_n = 491{,}70 \pm 0{,}09$
2)	-	Dr. K.	$= 492{,}04 \pm 0{,}09$
3)	-	Dr. B.	$= 492{,}25 \pm 0{,}19$
4)	-	Dr. S.	$= 493{,}08 \pm 0{,}13$
5)	-	Dr. C.	$= 493{,}80 \pm 0{,}36$
6)	-	Lu.	$= 495{,}92 \pm 0{,}36$
7)	-	Dr. F.	$= 496{,}01 \pm 0{,}23$
8)	-	Le.	$= 496{,}08 \pm 0{,}40$
9)	-	Schw.	$= 497{,}37 \pm 0{,}48$
10)	-	R. H.	$= 497{,}66 \pm 0{,}14$
11)	-	E. W.	$= 499{,}44 \pm 0{,}20$
12)	-	W. H.	$= 499{,}71 \pm 0{,}16$
13)	-	J. P.	$= 504{,}75 \pm 0{,}15$

*) S. diese Verhandlungen 1883. No. 4.

Die Individuen 1), 3), 4), 5), 9) und 10) waren „Rothblinde“, die andern „Grünblinde“ *).

Sämmtliche aus der Lage der neutralen Punkte damals gezogenen Schlussfolgerungen bleiben demnach trotz des Hinzutretens neuer Beobachtungen ungeändert.

Bei Hrn. Schw. habe ich einige Tage später den neutralen Punkt nochmals unter denselben äusseren Umstände bestimmt und für ihn dann die Wellenlänge $\lambda_n = 497{,}68 \pm 0{,}34$ erhalten. Die Abweichung dieses Werthes von dem bei der ersten Bestimmung erhaltenen ($\lambda_n = 497{,}37 \pm 0{,}48$) liegt innerhalb des wahrscheinlichen Fehlers. Bei Hrn. Dr. W. haben mehrfache Messungen ebenfalls genau übereinstimmende Werthe ergeben. Wir sind also wohl berechtigt, bei jedem Individuum eine constante Lage des neutralen Punktes anzunehmen, was um so mehr hervorzuheben ist, als von den Farbenblinden sehr häufig angegeben wird, ihr Farbenunterscheidungsvermögen sei nicht immer gleich gross.

Bei den Hrn. Dr. S., Schw. und J. P. habe ich ausserdem noch Beobachtungen über die Abhängigkeit der Lage des neutralen Punktes von der Intensität angestellt **). Indem ich die bei den oben erwähnten 13 Messungen benutzte Intensität als Einheit annahm, ergaben sich folgende Werthe:

Herr Dr. S.

Intensität	λ_n
1	$493{,}08 \pm 0{,}13$
5	$488{,}59 \pm 0{,}28$
15	$487{,}52 \pm 0{,}17$
80	$487{,}46 \pm 0{,}24$

*) In meiner frühern Mittheilung ist Hr. Dr. S. irrthümlich als „grünblind“ angegeben worden.

**) Die in meiner frühern Mittheilung erwähnten Beobachtungen dieser Art an Hrn. Dr. W. sind, was die Aenderung der Intensität betrifft, nach einer andern als der jetzt benutzten Methode vorgenommen worden. Bald nach der Veröffentlichung jener Resultate, die überdies noch durch Druckfehler entstellt wurden, habe ich die Unzulänglichkeit jener ersten Methode eingesehen. Infolge längerer Abwesenheit des Hrn. Dr. W. war es mir leider unmöglich, auch bei ihm die vervollkommnete Methode zur Anwendung zu bringen.

Herr SCH.

Intensität	λ_n
0,5	499,90 ± 0,50
1	497,37 ± 0,48
2	494,36 ± 0,13
3	493,41 ± 0,30
5	492,44 ± 0,30
Herr J. P.	
1	504,75 ± 0,15
5	498,59 ± 0,18

Eine graphische Aufzeichnung dieser Resultate lehrt, dass die Form der Curve, welche die Abhängigkeit zwischen der Lage des neutralen Punktes und der Intensität darstellt, bei allen drei Individuen dieselbe ist. Bei geringen Intensitäten geschieht das Vorrücken nach dem blauen Ende des Spektrums ziemlich schnell, bei den grössten benutzten Intensitäten tritt aber fast völliger Stillstand ein. Dieses Fortschreiten nach dem blauen Ende bei wachsender Intensität steht im Widerspruch mit der von Personen mit normaler Farbenempfindung leicht zu machenden Beobachtung, dass weisses Licht von objectiv unveränderter Zusammensetzung bei grosser Intensität eine gelbliche, bei geringer Intensität aber eine bläuliche Nuance annimmt. Unter Berücksichtigung des Umstandes, dass auch für Farbenblinde das Intensitätsmaximum im Spektrum an einer Stelle grösserer Wellenlänge liegt, als sie ihrem neutralen Punkte zukommt, ist die Richtung jenes Fortschreitens aber im Einklang mit dem WEBER-FECHNER'schen psychophysischen Grundgesetze.

Eine ausführliche Darstellung sämmtlicher in den beiden auf die Lage des neutralen Punktes bezüglichen Mittheilungen erwähnten Beobachtungsmethoden und der mit ihnen erhaltenen Resultate, sowie ihrer Beziehung zu den hier in Frage kommenden physiologisch-optischen Hypothesen werde ich baldigst an anderem Orte veröffentlichen.

Hr. **Schwalbe** trug vor:

Bemerkungen über Eishöhlen und Windlöcher.

Schon in früheren Jahren machte ich Mittheilungen*) über das Vorkommen von Eisansammlungen im Sommer in Lokalitäten unterhalb der Schneegrenze und suchte dies Phänomen, die Eishöhlen, auf Grund der Jungk'schen Versuche zu erklären. Im Winter wird der Boden bei den betreffenden Höhlen abgekühlt und zwar bis 4° und unter 4°, ohne aber die Gefriertemperatur zu erreichen; das Schneewasser sickert im Frühjahr hindurch, wird bei diesem Sickerprocess überkältet und bildet dann, wenn es in die Hohlräume gelangt, Eis in den mannichfaltigsten Formen, Stalaktiten, Bodenbedeckungen, perlartigen Ueberzügen; vor allem aber tritt in vielen Eishöhlen eine bienenzellenartige Structur des Eises auf, die sonst nirgends vorkommt. Im Winter hört der Sickerprocess auf, um nach Ablauf des Winters wieder zu beginnen. Warme feuchte Winter werden deshalb dem Phänomen ungünstig, kalte Winter mit Schneefall günstig sein. Es erklärt sich daraus, dass das Gestein und die in den Spalten befindliche Luft, auch in den höheren Theilen der Höhlen, eine sehr niedrigere Temperatur, oft 0 und etwas unter Null besitzen, dass im Frühjahr die Eismenge wächst, wie es bei Dobschau mit Sicherheit nachgewiesen ist, während im Winter sich wenig Eis bildet. Die Erhaltung des Eises wird wesentlich durch alle Umstände begünstigt, die überhaupt die Erhaltung von Eis begünstigen können, die kellerartige trichterartige Gestalt vieler Höhlen, richtige Dicke der Höhlendecke, Bewaldung u. s. w. Doch will ich auf ausführliche Darlegung dieser Verhältnisse nicht eingehen. Jedenfalls liegt die Kältequelle im Gestein. Auch wenn man annimmt, dass dasselbe durch die einsinkende kalte Luft bis zu einer grösseren Dicke abgekühlt ist, würde eine Ueberkältung des Wassers in den Capillaren eintreten und die Eisbildung im Frühjahr resp. Ende des Winters sich erklären. In diesem Sommer besuchte ich wieder mehrere der hierher gehörenden Lokalitäten, so Questenberg am Harz, die Oetscher-

*) Cf. diese Verhandlungen 1882. No. 5.

höhlen in Oesterreich, die Beilsteinhöhle in Steiermark und mehrere Eishöhlen in Krain im Gottscheer-Gebiet. Dieser Sommer war der Erhaltung des Eises sehr ungünstig, so dass in Questenberg und in einer Krainer Höhle das Eis geschwunden war. Der Juni und Anfang Juli waren überall sehr warm gewesen und da kann es nicht Wunder nehmen, dass bei diesen beiden wenig ausgedehnten Höhlen, von denen die Questenberger nicht einmal durch Wald geschützt ist, das Eis in dieser ganz, in der Krainer von Ober-Skrill fast gänzlich verschwunden war; aber selbst hier fand sich noch eine sehr niedrige Temperatur: im Ziegenloch in den Felsspalten (Gyps) 5,5°, und bei Skrill in den Felsspalten 1,5° C. Die Krainerhöhlen sind Dollinenhöhlen. Die geographische Beschreibung dieser Höhlen wird an anderen Orten gegeben. Zugleich weisen aber die Verhältnisse in Questenberg auf eine Erweiterung der Frage hin. Dort sind einige Keller von abnorm tiefer Temperatur, obgleich dieselben horizontal in den Berg hineingetrieben sind, und aus einer Spalte dringt an einer der Sonne stark ausgesetzten Gypswand ein continuirlicher Strom eisig kalter Luft. Der erste Umstand hängt mit der Frage zusammen, wie es sich erklärt, dass ganze Bergrücken solche abnorm niedrige Temperatur zeigen. Die letztere Erscheinung führt auf die Erklärung der Windlöcher. Diesen ähnliche Erscheinungen hat man im Westerwald (Brimwaldstein und Dornburg), Niedermendig, Falkenlei, und Orte mit Windlöchern sind vielfach bekannt, Testaccio, bei Spoleto etc. Der Berg, an dem sich das Windloch befindet (Tiefe desselben 1,5 m, wenig geneigt, heftiger kalter Luftstrom von 3° C., Aussentemperatur bei bedecktem Himmel 17°, Lage in der Mitte der Bergeshöhe), ist nicht bewaldet, besteht aus Gyps, ist aber oben plateauartig mit einzelnen engen Spalten, die vielfach mit Haidekraut überwachsen sind. Beide Arten von Erscheinungen erklären sich nun nach demselben Prinzip wie die Eishöhlen. Die stark abgekühlten Gesteinsmassen behalten während des Sommers längere Zeit die niedrige Temperatur und trifft man daher in allen Spalten auf kalte Luft, die an einzelnen Stellen zu Tage tritt. Im Anfang des Winters, wo die Temperatur, welche die Luft und das Ge-

stein erlangt haben, höher ist, zeigen die Spalten relativ wärmere Luft, die an geeigneten Stellen zur Ausströmung kommt. Im Anfang des Frühjahres beginnt der Process aufs neue. Die frühere Erklärung der Windlöcher ist bekanntlich folgende. Die Luftströmungen entstehen dadurch, dass im Winter die Luft in den Canälen die Bodentemperatur annimmt und nun emporsteigt, so dass oben warme Luft ausströmt, während unten kältere nachdringt, während im Sommer die Luft der Spalten, welche die constante Temperatur des Bodens besitzt, unten herausdringt und so einen kalten Luftstrom erzeugt. Dem widerspricht die abnorm niedrige Temperatur dieser Ströme, die dann durch Verdunstung erklärt wurde, und der Umstand, dass diese Canäle correspondirende obere Oeffnungen haben müssten, wie an Geröllhalden; auch die Beobachtungen von Jarz an den Frainer-Eisleiten zeigen solche Luftströme, die aber im Sommer auch an höher gelegenen Stellen auftreten. Die kältere Temperatur des ganzen Gesteins lässt sich mit der gewöhnlichen Theorie nicht erklären, und scheint es, dass überall die nämliche Ursache für jene abnorm niedrige Bodentemperatur vorhanden ist.

Zum Schluss macht der Vortragende noch einige Mittheilungen über die von ihm besuchten Eishöhlen und über einige bisher noch nicht bekannte; Temperatur- und Feuchtigkeitsmessungen haben die früheren Daten entsprechenden Resultate geliefert.

No. 15. Sitzung vom 30. November 1883.

Ausgegeben am 27. December.

Vorsitzender: Hr. v. Helmholtz.

Hr. **Kayser** erklärte Construktion und Gebrauchsweise des Rowland'schen Gitters unter Vorführung eines Exemplares desselben; er gab ferner Auskunft über die Art, nach welcher Hr. Rowland die Schrauben an der Theilmaschine schneidet.

Hr. **v. Helmholtz** hielt einen Vortrag über:

Zur Thermodynamik chemischer Vorgänge.

Der Inhalt des Vortrages wird, soweit er noch nicht in den Berichten der Berliner Akademie 1883. Hft. XXV und XXVI, 647 enthalten ist, später ausführlich an anderem Ort veröffentlicht.

No. 16. Sitzung vom 14. December 1883.

Ausgegeben am 27. December.

Vorsitzender: Hr. Kirchhoff.

Hr. **Börnstein** beschrieb einen der landwirthschaftlichen Hochschule gehörigen neuen

Apparat zum Registriren des Winddrucks.

Bestimmungen der Windstärke pflegen in der Weise stattzufinden, dass man entweder die Geschwindigkeit oder den Druck des Windes durch directe Messung ermittelt. Dem erstern Zweck dient das Robinson'sche Schalenkreuz oder ähnliche Apparate, bei welchen die Geschwindigkeit einer vom Winde erzeugten Drehung das Objekt der Messung bildet. Hierbei wirkt aber der Uebelstand mit, dass der zu drehende Theil (Schalenkreuz, Flügelrad) wegen seiner Trägheit nicht sofort den Aenderungen der Windstärke folgt, so dass man mit einem derartigen Instrument wohl die mittlere Windgeschwindigkeit während eines gewissen Zeitraumes, nicht aber diejenige Windgeschwindigkeit bestimmen kann, welche einem einzelnen Zeitpunkt entspricht. Diejenigen Apparate ferner, welche zur Messung des Winddrucks Verwendung finden, gleichen wesentlich der „Stärketafel", einer an drehbarem Stabe aufgehängten Platte, welche durch ihre Stellung ein Maass für die Stärke des senkrecht darauf blasenden Windes giebt. Eine solche Vorrichtung ist an einer Windfahne befestigt, damit bei jeder Aenderung der Windrichtung die Platte entsprechend gedreht und stets normal zur Windrichtung gestellt wird. Damit ist also der Nachtheil verbunden, dass nach jeder Richtungsänderung des Windes erst eine gewisse Zeit vergeht, ehe

die Platte dieser Drehung folgen und diejenige Stellung einnehmen kann, welche der wirklichen Windstärke entspricht, und in solchen Zeiträumen, welche ebenso häufig eintreten als der Wind seine Richtung wechselt, zeigt die Platte nicht die thatsächlich vorhandene Windstärke an. Ein weiterer Uebelstand der Stärketafel besteht in den Pendelschwingungen, welche bei der Art ihrer Aufhängung leicht entreten. Indessen ist es nicht unausführbar, diese Bewegungen wenigstens einigermassen zu dämpfen durch Anhängen einer tiefer befindlichen horizontalen Scheibe, welche sich in einer Flüssigkeit bewegt.

Aus dem Bestreben, einen Apparat zu finden, welcher von den erwähnten Nachtheilen möglichst frei ist, ging die Construktion des nachfolgend beschriebenen Instruments hervor. Um von der Richtnng des Windes unabhängig zu sein, wurde die Form einer Kugel für denjenigen Theil gewählt, welcher dem zu messenden Winddruck ausgesetzt ist. Die Kugel reagirt gleichmässig und ohne Zeitverlust auf Winddrucke aus jeder Richtung. Demnach bildet den obersten, freiliegenden Theil des hier zu beschreibenden Anemographen eine aus dünnem Kupferblech gearbeitete und aussen mit Blattgold belegte Kugel von 126 mm Radius (Fläche des grössten Kreises 0,05 qm). Dieselbe befindet sich am obern Ende eines verticalen Stabes von 0,5 m Länge, welcher an seinem untern Ende und 0,1 m davon entfernt je ein Cardani'sches Axensystem trägt. Das letztgenannte Axenpaar dient dazu, den Stab selbst mit Allem, was daran hängt, zu tragen, indem es auf dem obern Rande eines vertical auf dem Dach befestigten soliden Eisenrohres von etwa 4 m Länge aufliegt. Das untere Axenpaar bildet die Verbindung mit einem durch das Eisenrohr hinabführenden dünnern Stahlstabe, welcher den registrirenden Schreibstift und eine angemessene Belastung von solcher Grösse trägt, dass bei Windstille das Ganze sich in stabilem Gleichgewicht befindet. Beginnt ein Winddruck aus beliebiger Richtung zu wirken, so beschreibt jeder Punkt der beweglichen Kugel einen Kreisbogen, ebenso der unterste Punkt des beweglichen Stabes, von welchem der erwähnte dünnere Stahlstab herabhängt. Es ist nun eine solche

Einrichtung getroffen, dass von dieser letztern Kreisbewegung nur die vertikale Componente sich nach unten hin überträgt, indem der dünne Stahlstab weiter unten ein vierkantiges, zwischen Rollen auf und nieder bewegliches Prisma trägt, das eine horizontale Bewegung nicht ausführen kann. Der Registrirstift aus Graphit, welcher in passendem Rahmen an dem vierkantigen Prisma hängt, bewegt sich demnach auch nur in vertikaler Richtung und wird um so höher stehen, je grösserer Winddruck auf die Kugel wirkt. Indem ein Papierstreif durch Uhrwerk an dem Stift in horizontaler Richtung vorbeigezogen wird etwa 35 mm in der Sekunde, markirt der Stift auf demselben die jeweilige Grösse des Winddrucks.

Damit bei raschen Aenderungen der Windstärke nicht die beweglichen Theile des Apparates in Pendelschwingungen gerathen und auf diese Art ein undeutliches Bild der wirklichen Windverhältnisse geben, hängt an dem Rahmen, welcher den Stift enthält, von dünnem Eisenstabe getragen, eine horizontale kreisförmige Platte herab, die in einem mit Wasser gefüllten Gefäss sich befindet. Diese Scheibe von 0,375 m Radius macht alle Bewegungen der beweglichen Apparattheile mit und dämpft dieselben gleichzeitig in der Art, dass der Stift zwar jeder Veränderung der Windstärke sofort nachgiebt, während er an pendelnder Bewegung durch die starke Dämpfung gehindert wird.

Es ist ferner eine Einrichtung getroffen, um die Empfindlichkeit des Apparates mit wachsender Windstärke zu verringern. Dazu dient eine stählerne Spiralfeder, welche unterhalb des Stiftes angebracht ist und mit ihrer obersten (grössten) Windung an einer unbeweglichen Platte anliegt, während ihre unterste (engste) Windung an dem beweglichen Rahmen befestigt ist und sich mit diesem auf und nieder bewegt. Hebt nun der wachsende Winddruck den Rahmen, so wird die Feder zusammengedrückt und setzt der weitern Hebung einen mit der Windstärke zunehmenden Widerstand entgegen.

Um die Nullstellung des Stiftes bei Windstille von Temperaturänderungen unabhängig zu machen, sind die Theile, zwischen welchen der Papierstreifen sich bewegt, sowie die Uhr, welche

ihn vorüberzieht, am untern Ende des festen Eisenrohres angebracht. Eine Erwärmung des Ganzen würde also bewirken, dass der registrirende Stift wegen der Ausdehnung der beweglichen Theile herabsinkt. Gleichzeitig würde aber der Papierstreifen wegen der Ausdehnung des festen Eisenrohres ebenfalls herabsinken (resp. die beweglichen Theile, welche ja vom obern Ende des festen Rohres getragen werden, um ebensoviel wieder gehoben werden) und beide Ausdehnungen haben, weil alle Theile aus Stahl oder Eisen bestehen, den gleichen Betrag und heben einander auf.

Zur Bestimmung der Constanten des Instruments ist für die Anbringung eines Wagebalkens Vorsorge getroffen, so dass bei Windstille die verschiedenen Ablenkungen durch Auflegen von Gewichten erzeugt und in Hinsicht auf Winddruck ausgewerthet werden können.

Der Apparat ist von Hrn. Mechanikus Fuess hergestellt und hat auf der hygienischen Ausstellung während der Monate Mai bis Oktober 1883 im Freien ohne Störung functionirt.

Zum Schluss legte der Vortragende einige Papierstreifen vor, welche die vom Anemographen gezeichneten Curven enthielten. Von besonderem Interesse war dabei die Curve vom 4. December; dieselbe zeigte bedeutende Windstärke, unterbrochen von einer etwa einstündigen Windstille zwischen 9 und 10 Uhr Abends, als Folge des gleichzeitig vorübergegangenen Centrums einer Depression.

Hr. **A. König** machte folgende Mittheilung:

Ueber Goethe's Bezeichnung der von ihm beobachteten Fälle von Farbenblindheit als „Akyanoblepsie."

In der Discussion, welche sich an meinen letzten Vortrag über Farbenblindheit*) anschloss, wies Hr. du Bois-Reymond auf den Umstand hin, dass Goethe**) die zu seiner Kenntniss

*) S. diese Verhandlungen 1883 No. 14.

**) Goethe, Zur Farbenlehre. Didaktischer Theil, §§ 104—113, Tag- und Jahreshefte 1798.

gekommenen Fälle von Farbenblindheit beide als Akyanoblepsie diagnosticirte, was einigermaassen in Widerspruch stehe zu der von mir hervorgehobenen grossen Seltenheit der in den letzten Jahrzehnten beobachteten Fällen von Blaublindheit nach Young-Helmholtz'scher oder Blau-Gelbblindheit nach Hering'scher Theorie.

Eine genaue Durchsicht der erwähnten Goethe'schen Mittheilungen hat mich nun zu der Ueberzeugung gebracht, dass jene von Goethe untersuchten Farbenblinden keineswegs als Blaublinde zu bezeichnen, sondern unbedingt der grossen Klasse der Roth-Grünverwechsler (welche Bezeichnung ich sowohl für „Rothblinde“ als auch für „Grünblinde“ wähle, um, frei von jeder theoretischen Annahme, auf dem Boden der reinen Empirie zu bleiben) zuzuzählen sind.

Goethe's Farbenblinde erklärten, dass die ihnen vorgelegten rothen Pigmentfarben, Carmin (aber nur in dünnen Schichten) und Rosenblätter, die Farbe des Himmels besässen. Diese Pigmente lassen aber neben den rothen auch blaue Strahlen in beträchtlicher Menge durch resp. reflektiren dieselben und können daher bei geschwächter Empfindung für Licht grösserer Wellenlänge blau erscheinen (Carmin in dicken Schichten, wo bekanntlich auch die blauen Strahlen von ihm völlig absorbirt werden, wurde von ihnen als roth bezeichnet). Goethe's Schlussfolgerung, dass jenen Farbenblinden Roth unverändert, hingegen Blau als Roth erschiene, lässt sich daher, ohne mit den beobachteten Thatsachen in Widerspruch zu kommen, dahin umändern, dass ihnen Blau unverändert, jene rothen Pigmente aber blau erschienen, so dass jene Farbenblinde also der Klasse der Roth-Grünverwechsler angehören würden. Für diese meine Ansicht spricht ferner der Umstand, dass jene Individuen die für Roth-Grünverwechsler charakteristische Verwechslung von Grün und Dunkelorange begingen (§ 108), was bei „Blaublinden“ durchaus unmöglich ist, da diese beiden Farben bei ihnen im Spektrum zu verschiedenen Seiten des neutralen Punktes liegen.

Hr. **Kalischer** bemerkte hierzu Folgendes:

Es erscheint mir zweifellos, dass die von Goethe untersuchten Individuen nicht blaublind, sondern rothblind waren, was ich bereits vor mehreren Jahren in meinen „Bemerkungen" zu Goethe's „Nachträgen zur Farbenlehre" als „höchstwahrscheinlich" ausgesprochen habe*). Diese Annahme wird schon durch die eine Thatsache, dass jene Individuen, wie Goethe berichtet, Rosenroth und Himmelblau nicht zu unterscheiden vermochten, nahezu zur Gewissheit, da dies ja für Rothblinde charakteristisch ist. Dasselbe gilt von dem dritten Fall von Farbenblindheit, welcher Goethe nach dem Erscheinen der Farbenlehre bekannt wurde. Dr. Brandis, Königl. Leibarzt zu Kopenhagen, stellte sich 1811 Goethe brieflich als „Akyanobleps" vor; aber aus der ausführlichen Schilderung seines Farbenempfindungsvermögens geht deutlich hervor, dass sein Fehler Rothblindheit war **).

Dass nun Goethe diese Individuen als blaublind bezeichnete, ist ganz im Sinne seiner Farbentheorie, nach welcher es nur zwei reine oder eigentliche Farben giebt, Gelb und Blau, während Roth nur eine Farbeigenschaft ist, die jeder der beiden Farben zukommt und durch „Verdunkelung oder Verdichtung" derselben entsteht. Er konnte also nicht darauf verfallen, den Leuten die Empfindung des Roth abzusprechen, und so blieb nichts anderes übrig als ihnen die Empfindung des Blau abzuerkennen***). Uebrigens ist es gewiss recht interessant, dass die Idee, den von Goethe untersuchten Farbenblinden die Wahrnehmung des Blau abzusprechen, nicht von diesem, sondern von Schiller herrührt†).

*) Goethe's Werke. Berlin. Gustav Hempel. (1879) Theil 36, p. 624.

**) a. a. O. p. 542 ff. u. 624.

***) Diese Erklärung habe ich im wesentlichen bereits in meiner kleinen populären Schrift „Die Farbenblindheit etc." (Berlin, 1879. Verlag von Gustav Hempel) p. 15 gegeben.

†) Tag- und Jahreshefte 1798, Theil 27 der genannten Ausgabe, Abs. 191.

Verhandlungen

der

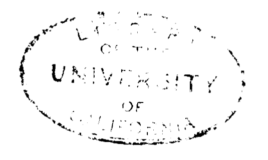
physikalischen Gesellschaft in Berlin

im Jahre 1884.

Dritter Jahrgang.

Redigirt von

Prof. Dr. F. Neesen.



Berlin.

1885.

Inhaltsverzeichniss
der
Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin im Jahre 1884, Band III *).

*) Ueber die mit einem * versehenen Vorträge ist kein ausführliches Referat gegeben.

Druck und Verlag von Georg Reimer.



Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin.

No. 1. **Sitzung vom 4. Januar** **1884.**
Ausgegeben am 18. Januar.

Vorsitzender: Hr. Kirchhoff.

Hr. **Neesen** referirte über eine eingelaufene Arbeit des Hrn. Dr. Müller, Oberlehrer in Brandenburg a. H. über:

Galvanische Demonstrationsapparate.

Nach Beschreibung einer Tangentenskala wird ein Strommesser geschildert, bei welchem ein aus 2 Magneten zusammengesetzter horizontaler Magnet innerhalb einer horizontalen Drahtspirale auf horizontalen Schneiden beweglich ist. An dem Magneten befinden sich Arme, welche über die Drahtspule herübergebogen sind und ein getheiltes horizontales Aluminiumlineal tragen. Dieses schwingt mit dem Magnet vor vertikalen Theilungen an seinem Ende. Auf dem Lineale sind 2 Reiter aufgesetzt. Gemessen wird in der Weise, dass bei der Ablenkung des Magneten durch den Strom die Reiter solange auf dem Lineale verschoben werden, bis der Magnet wieder in die ursprüngliche Nullage zurückgebracht ist. Der Werth der Theilung auf dem Lineale ist durch den Versuch ausgemittelt. Ausser diesem Apparat beschreibt Hr. Müller noch einen Demonstrationsrheostaten, bestehend aus verticalen Drähten auf einem verticalen Cylinder, bei

welchem durch Drehung des Cylinders die verschiedenen Widerstandsdrähte eingeschaltet werden.

Hr. Neesen knüpfte an dieses Referat die Beschreibung einer Demonstrationseinrichtung zur Nachweisung und Messung der Kräfte zwischen Magneten. Ein Magnet hängt an einem Arme eines Waagebalkens, an dessen anderem Arme an einem Faden ein in Wasser u. s. w. tauchender Kegel hängt. Nähert man einen zweiten Magneten, so wird das untere Ende des Magneten etwa angezogen; der Kegel wird aus dem Wasser herausgehoben, in Folge dessen der Auftrieb geringer, so dass der Waagebalken in einer gewissen abgelenkten Stelle wieder in Gleichgewicht ist. Der Werth der Ausschläge wird durch die mittelst Gewichte hervorgebrachten Ausschläge calibrirt. Durch diese Benutzung des Auftriebes wird der Uebelstand vermieden, dass die Waage, wenn sie durch die magnetische Kraft bewegt wird, direct soweit ausschwingt bis die Magnete sich berühren.

Hr. Neesen trug sodann vor:

Ueber die Abhängigkeit des galvanischen Leitungsvermögen des Eisenvitriol von dem Magnetismus.

Die Frage des Einfluss der Magnetisirung auf den Leitungswiederstand ist für feste Körper sehr verschieden beantwortet. Während z. B. Edlund einen solchen Einfluss nicht constatiren konnte, haben W. Thomson, Beetz u. A. einen deutlichen Einfluss aufgefunden. Der Widerstand soll durch axiale Magnetisirung steigen. In Bezug auf die äquatoriale Magnetisirung widersprechen sich die beiden letztgenannten Herren aber wieder. Für magnetische Flüssigkeiten ist diese Frage bis jetzt nicht aufgenommen. Für eine von diesen Flüssigkeiten, Eisenvitriol, habe ich mich in den letzten Wochen bemüht die Frage zu lösen. Ich wurde zu dieser Untersuchung durch die folgende Ueberlegung geleitet. Es ist wahrscheinlich, dass wenn ein Einfluss der Magnetisirung vorhanden ist, dieser Einfluss, wenigstens unter gleichen Bedingungen, sich dort am Stärksten zeigt, wo der Widerstand der grösste ist. Nun befinden sich feste magnetische und flüssige magnetische Substanzen selbstverständlich nicht in denselben Zustandsbedingungen, so dass obiger Wahrscheinlichkeits-

schluss bei dem Vergleich der festen und flüssigen magnetischen Körper nicht direct gerechtfertigt ist. Es lag aber doch die Möglichkeit vor, dass die magnetischen Flüssigkeiten in der That wegen ihres bedeutenden Widerstandes eine grössere Einwirkung aufwiesen. Ferner leitete mich folgender Gedanke. Denkt man sich in einem Flüssigkeitswürfel symmetrisch eine cubische Zahl von Leiternadeln vertheilt und dann einen Strom durchgeleitet, so wird der Widerstand offenbar geringer sein, wenn die Nadeln in Richtung des Stromes angeordnet sind, als wenn dieselben senkrecht dazu stehen. Dementsprechend würde auch durch Drehung der Molekularmagnete in der Flüssigkeit eine Aenderung des Widerstandes hervorgerufen werden können. Allerdings ist auch diese Schlussfolgerung nicht ganz stichhaltig, denn es liegt darin die unbewiesene Annahme versteckt, dass die Moleküle wie die Nadeln nach bestimmten Richtungen hin verschiedene Ausdehnungen besitzen.

Die Versuchsanordnung gründete sich auf die Wheatstone'sche Drahtcombination. Wie ich nachträglich fand, sind von Tollhausen in dieser Weise schon Flüssigkeitswiderstände bestimmt. In zwei der an einem Pole der Batterie angeschlossenen Drahtverzweigungen waren zwei gleiche möglichst genau abgeglichene metallische Widerstände eingeschaltet. In jedem der beiden correspondirenden Verzweigungen an dem anderen Pole befand sich eine Glasröhre mit concentrirter Eisenvitriollösung. Die eine Röhre war von einer Kühlröhre, durch welche kaltes Wasser floss, und diese wieder von einer Magnetisirungsspirale umgeben. Die andere Röhre befand sich zwischen den Polen eines von einer Dynamomaschine kräftig erregten Elektromagneten und zwar senkrecht zu der Verbindungslinie der beiden Pole. Die Elektroden in den Röhren waren von möglichst gleicher Beschaffenheit, so dass die in den beiden auftretenden Polarisationen sich gegenseitig aufhoben.

Durch Hülfswiderstände wurde der Strom in dem Brückengalvanometer auf Null gebracht und dann entweder die Magnetisirungsspirale oder der Elektromagnet erregt.

Der Widerstand der zuletzt benutzten Flüssigkeitssäule (etwa

1 cm Durchmesser) betrug circa 1500 S. E. Die Empfindlichkeit war der Art, dass eine Widerstandsänderung von 1 S. E. einen Ausschlag von 1 bis 2 Skalentheile verursachte. Ausser dieser Röhre wurden auch engere, namentlich eine Capillarröhre mit grossen Zuleitungsgefässen angewandt. Der Widerstand dieser war circa 150000 S. E. Als Elektroden wurden Eisenplatten und Eisendrahtbündel, sowie Platinplatten und Platindrähte angewandt. Das Resultat war stets dasselbe, dass nämlich die Magnetisirung sowohl in axialer wie in äquatorialer Richtung keinen Einfluss auf den Leitungswiderstand hat. Direct nach der Schliessung des Magnetisirungsstromes zeigte sich keinerlei Wirkung. Allmählich trat allerdings eine Wirkung im Sinne einer Verminderung des Leitungswiderstandes der magnetisirten Flüssigkeit ein. Indessen war diese Aenderung auf Rechnung der nicht zu vermeidenden geringen Erwärmung durch die nahe Magnetisirungsspirale zu setzen, hielt sich jedenfalls innerhalb der durch diese bewirkten Fehler.

Vorgelegt wurden der Gesellschaft:

Vorlesungen über mathematische Physik von Dr. Gustav Kirchhoff. Mechanik. 3. Aufl. Leipzig. Druck u. Verlag von Teubner. 1883. gross 8°.

Kalender für Elektrotechniker, unter Mitwirkung der Herren Dr. W. A. Nippoldt und Postrath C. Grawinkel herausgegeben von F. Uppenborn, Ingenieur, Redakteur des Centralbl. für Elektrotechnik. Erster Jahrgang. 1884. Mit 173 Abbildungen. München und Leipzig. 1884. Druck und Verlag von R. Oldenburg. Preis 3 M. Kalenderformat gross.

W. Sklarek. Ergebnisse der Spektralanalyse über die Natur der Kometen. Druck von E. Blockmann. Dresden.

Riecke. Zur Lehre von der aperiodischen Dämpfung und zur Galvanometrie. Göttingen 1883. Dietrich. 2,40 M.

Separatabdruck aus den „Fortschritten der Physik“.
Druck und Verlag von G. Reimer in Berlin.

Die physikalische Gesellschaft wollte durch die „Verhandlungen" zunächst ihren in Berlin wohnenden Mitgliedern, falls diese an Sitzungen der Gesellschaft nicht Theil nehmen könnten, über die gehaltenen Vorträge möglichst schnell kurze Berichte geben. Da dieses Unternehmen hier Anklang gefunden zu haben scheint, erlaubt sich die Gesellschaft während des Jahres 1884 auch ihren auswärtigen Mitgliedern die „Verhandlungen" (in je zwei bis vier Nummern) zu schicken, und würde sich freuen, wenn die auswärtigen Mitglieder die Güte hätten, über ihre physikalischen Arbeiten kleine Berichte der Gesellschaft zu senden. Die Berichte würden in der nächsten Sitzung verlesen werden, und der Herr Verfasser erhielte, wie das jetzt üblich ist, 14 Tage nach der Verlesung 50 Separatabzüge.

Zugleich erlauben wir uns die Mitglieder zu bitten, gemäss § 22 der Statuten ein Exemplar der eigenen Arbeiten einschicken zu wollen.

Die Redaction der Fortschritte der Physik erstrebt das Ziel, das erste Heft *) der Fortschritte für ein gewisses Jahr am Ende des folgenden erscheinen zu lassen. Damit dies ohne Schädigung der Güte der Referate bezw. ohne zu grossen Arbeitsaufwand erfolgen kann, ist erforderlich, dass die Redaction den Herren Referenten das zu bearbeitende Material möglichst vollständig und für die Zeit, während welcher die Referate angefertigt werden, zugänglich machen kann. Die physikalische Gesellschaft kann dies nicht allein auf eigene Kosten ermöglichen; sie ist daher auch auf die gütige Unterstützung der Herren angewiesen, welche Abhandlungen physikalischen Inhaltes veröffent-

*) enthaltend: Allgemeine Physik und Akustik.

lichen, und hat die Bitte um Einsendung von Separatabdrücken bereits im Januar 1880 ausgesprochen. Die erbetene Unterstützung ist vorläufig um so mehr nöthig, als einige der Gesellschaften, mit welchen die physikalische Gesellschaft Schriften austauscht, ihre Veröffentlichungen nicht einzeln, sondern in grösseren Mengen senden, welche zuweilen zwei bis drei Jahrgänge mehr oder weniger vollständig umfassen. So lange die Uebergangszeit währt, welche durch das erstrebte schnellere Erscheinen der Fortschritte veranlasst ist, kann die Gesellschaft eine andere Zusendung nicht direct verlangen. — Die vorjährige allgemeine Bitte um Einsendung von Separatabzügen physikalischen Inhaltes hat etwas, aber viel zu wenig genützt. Die Redaction der Fortschritte bittet daher die Mitglieder der physikalischen Gesellschaft, gefälligst dahin wirken zu wollen, dass Schriften und Separatabdrücke physikalischen Inhaltes möglichst bald nach dem Erscheinen von den Herren Autoren an die Redaction eingeschickt werden.

Die Fortschritte für 1883 werden nahezu so bearbeitet, als wenn das erste Heft derselben Ende 1884 erscheinen sollte; sie werden jedoch erst gedruckt werden, nachdem der Druck der Fortschritte für 1878 bis 1882 statt gefunden hat. Für die Erscheinungszeit der Fortschritte für 1883 und 1884 wird das erstrebte Ziel noch nicht erreicht werden, von welchem Jahrgange letzteres gelingt kann mit Bestimmtheit nicht gesagt werden. Man wird sich dem Ziele aber um so schneller nähern können, je grösser die Unterstützung der Redaction von Seiten der Herren Autoren sein wird.

Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin.

No. 2. Sitzung vom 25. Januar 1884.

Ausgegeben am 6. Februar.

Vorsitzender: Hr. HELMHOLTZ.

Hr. **H. Kayser** trug über die

Diffusion der Kohlensäure durch Fett

folgendes vor:

Ich habe in früheren Jahren der Gesellschaft mehrfach von meinen Untersuchungen über die Verdichtung der Gase an Metall- und Glasflächen berichtet. Neuerdings hat auch BUNSEN eine Abhandlung über diesen Gegenstand veröffentlicht, in welcher er alle früheren Arbeiten für falsch erklärt und findet, dass die Verdichtung überhaupt nicht zu einem Ende komme, sondern nach 3 Jahren noch immer fortdauere; im ersten Jahre waren 43 cc Kohlensäure an einer Glasfläche verdichtet, im zweiten Jahre 15 cc, im dritten noch 12 cc.

Nun hat aber BUNSEN einen Apparat mit Schliffstücken benutzt, welche durch Fett gedichtet waren; ich vermuthete daher, dass die lang andauernde Erscheinung, die BUNSEN beobachtet hat, nicht Verdichtung, sondern Diffusion gewesen sei. Versuche, die ich in dieser Richtung angestellt habe, haben diese Vermuthung bestätigt.

Ich habe 2 Glasgefässe von etwa gleichem Volumen hergestellt und mit Kohlensäure gefüllt, von welchen das eine ganz zugeschmolzen war bis auf ein in Quecksilber tauchendes Rohr, das zur Druckmessung dient, während das zweite Gefäss möglichst viele Oeffnungen hatte, die durch aufgeschliffene Glasplatten mit Fettdichtung verschlossen waren. Beide Apparate haben jetzt 4 Wochen gestanden, und während aus dem ersten keine Spur von Gas verschwunden ist, hat im zweiten die Gasmenge um mehr als 1,5 cc in regelmässiger Weise abgenommen. Dadurch scheinen mir die BUNSEN'schen Resultate erklärt und die BUNSEN'sche Auffassung über die Verdichtung widerlegt zu sein, so dass ich die Richtigkeit meiner früheren

Versuche aufrecht erhalten kann. Uebrigens habe ich damals, da ich in ganz zugeschmolzenen Apparaten arbeitete, stets ein Ende der Adsorption beobachten können.

Prof. **H. W. Vogel** legt eine Anzahl Momentbilder laufender Pferde, Rinder, Rehe und Hunde vor, welche von Muybridge in San Francisco aufgenommen worden sind. Die Aufnahmen wurden bewerkstelligt während die Thiere sich in voller Sonnenbeleuchtung an einer weissen Wand vorbeibewegten. Gegenüber der Wand waren eine Reihe Camera's mit empfindlichen Platten aufgestellt, deren Momentverschluss durch eine elektrische Auslösung in Funktion gesetzt wurde, in dem Moment wo das aufzunehmende Thier beim Laufen einen über den Weg gespannten Faden durchriss. Es konnten in dieser Weise in einer Sekunde 20 Bilder nach einander gewonnen werden. Dieselben zeigen so seltsame Beinstellungen, dass sie fast unnatürlich erscheinen und Zweifel an der Wahrheit der Bilder laut geworden sind. Redner zeigt aber mit Hülfe des Stroboskops, dass diese seltsam aussehenden Bilder sich zu vollkommen richtig erscheinenden Bewegungen combiniren.

Hr. **Neesen** zeigte eine elektromagnetische Stimmgabel von König, bei welcher der Contaktunterbrecher aus einem in der Mitte der Gabel angebrachten leichten Metallfaden und einer davor befindlichen justirbaren Platte besteht. Der erregende Elektromagnet befindet sich zwischen den Zinken und zwar auf der Mitte der Zinkenlänge. Ferner führte Hr. Neesen einen Rufapparat von Abakanowicz vor, bei welchem eine Drahtspule an einer starken Feder zwischen den Polen eines permanenten Magneten schwingt. Die erzeugten Induktionsströme werden in einer elektromagnetischen Klingel mit polarisirtem Anker zum Signalgeben benutzt.

Hr. **Aron** hob hierzu als wesentlichen Vortheil des Apparates hervor, dass wegen der geringen Zahl von Schwingungen

in der Sekunde schädliche Induktionsströme, welche sich bei den Contaktklingeln ergeben, vermieden werden.

Der Gesellschaft wurden vorgelegt folgende Einsendungen:

Scientific Proceedings of the Ohio Mechanics' Institute. Rob. B. Warder Editor, Cincinnati Ohio, II, 3.

Die Elektricität im Dienste der Menschheit. Eine populäre Darstellung der magnetischen und elektrischen Naturkräfte und ihrer praktischen Anwendungen. Nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft bearbeitet von Dr. A. Ritter v. Urbanitzky. Lieferung 3, 4, 5. Jede Lieferung 60 Pf.

A. v. Waltenhofen, Ausstellungsgegenstände. Separatabdruck aus der Zeitschrift des Elektrischen Vereins in Wien. X. 1. December 1883.

Die Theorie der Sonnenflecken. Nach den neusten wissenschaftlichen Forschungen; dargestellt von J. E. Broszus. Berlin, Verlag von Julius Springer. 1884. 2 Mk. 104 S.

Separatabdruck aus den „Fortschritten der Physik".
Druck und Verlag von G. Reimer in Berlin.

Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin.

No. 3. Sitzung vom 22. Februar 1884.

Ausgegeben am 8. März.

Vorsitzender: Hr. von Helmholtz.

Hr. **A. König** berichtete über gemeinsam mit Hrn. **C. Dieterici** angestellte Versuche betreffend:

die Empfindlichkeit des Auges für Wellenlängenunterschiede des Lichtes.

Die Untersuchung wurde ausgeführt mit demselben Apparate, den ich früher zur Bestimmung des neutralen Punktes im Spektrum der Farbenblinden*) benutzt habe. Es war an demselben jedoch noch ein zweites Collimatorrohr angebracht, welches eine zu dem ersten symmetrische Lage hatte. Dadurch war die früher mit dem weissen Papier bedeckte Fläche ebenfalls erleuchtet und es gränzten nunmehr für das durch den Ocularspalt blickende

*) Siehe diese Verhandlungen 1883, No. 4 und 14.

Auge zwei mit fast homogenem Lichte leuchtende Flächen unmittelbar aneinander. Die Bewegung des zweiten Collimatorrohres und die Berechnung der Wellenlänge des von ihm durch den Ocularspalt dringenden Lichtes geschah in derselben Weise wie bei dem ersten Collimatorrohre. War dieses nun so gestellt, dass eine bestimmte Wellenlänge (im Mittel) λ_m durch den Ocularspalt ging, so stellte dann der eine von uns das zweite Rohr so ein, dass die beiden Prismenflächen gleiche Farbe erhielten, während der andere die Einstellung in dem zugehörigen Fernrohre ablas. Auf diese Weise hat jeder von uns, mit der Wellenlänge 640*) beginnend und in Intervallen von 10 bis zur Wellenlänge 430 fortschreitend, an jeder Stelle fünfzig Einstellungen auf Farbengleichheit gemacht, welche die Wellenlängen λ_1, λ_2 bis λ_{50} ergeben haben mögen. Aus diesen fünfzig Einstellungen ist der mittlere Fehler einer Beobachtung berechnet. Dieses geschah aber nicht, indem wir den Werth von

$$\sqrt{\frac{\sum_{p=1}^{p=50}(\lambda_m-\lambda_p)^2}{50}}$$

suchten, sondern

$$\frac{\lambda_1+\lambda_2+\cdots+\lambda_{50}}{50}=\lambda_q$$

setzend, den Werth

$$\sqrt{\frac{\sum_{p=1}^{p=50}(\lambda_q-\lambda_p)^2}{50}}$$

bildeten. Die Ersetzung von λ_m durch λ_p war geboten durch die unvermeidlichen geringen Fehler in der auf der Skalenablesung beruhenden Bestimmung der Werthe von λ, wodurch stets

$$\sum_{p=1}^{p=50}(\lambda_m-\lambda_p)^2>\sum_{p=1}^{p=50}(\lambda_q-\lambda_p)^2.$$

Die sich thatsächlich zwischen λ_m und λ_q ergebenden Unterschiede waren zwar gering, aber doch immerhin von der Grössen-

*) Die Wellenlängen sind im Folgenden ebenso wie in meinen früheren Publicationen immer in Milliontel Millimeter angegeben.

ordnung des berechneten mittleren Fehlers, so dass also dieser ohne jene Aenderung in der Art seiner Berechnung ständig viel zu gross gefunden worden wäre.

Sämmtliche Beobachtungen wurden bei zwei verschiedenen Intensitäten gemacht und hierbei zur Erleuchtung des Collimatorspaltes je nach dem vorliegenden Theile des Spektrums entweder ein Gas- oder Kalklicht in verschiedener Helligkeit angewandt.

Von der Wellenlänge 640 bis zur Wellenlänge 520 beziehlich 510 erhielten wir für beide Intensitäten gleiche oder so sehr nahehin gleiche Werthe für den mittleren Fehler, dass die vorhandenen Unterschiede unbedingt als innerhalb des Bereiches der Ungenauigkeit unserer Methode liegend erachtet werden mussten. Für den übrigen Theil des erforschten Intervalles des Spektrums hingegen war die Aenderung der Intensität von mehr oder minder grossem Einfluss. Die für uns beide erhaltenen mittleren Fehler einer Einstellung waren in Milliontel Millimeter, wo also der Abstand der beiden *D*-Linien gleich 0.60 ist, folgende:

Wellenlänge	Mittlerer Fehler einer Einstellung für beide Intensitäten	
	K	*D*
640	1.28	1.82
630	1.05	1.47
620	0.68	1.00
610	0.56	0.78
600	0.36	0.48
590	0.26	0.40
580	0.27	0.36
570	0.29	0.31
560	0.40	0.32
550	0.65	0.51
540	0.68	0.64
530	0.65	0.62
520	0.59	0.51

Wellenlänge	Mittlerer Fehler einer Einstellung für hohe Intensität K	D	für geringe Intensität K	D
510	0.51	0.38	0.40	0.38
500	0.41	0.29	0.23	0.28
490	0.36	0.25	0.16	0.23
480	0.33	0.23	0.28	0.26
470	0.43	0.38	0.46	0.41
460	0.54	0.53	0.54	0.57
450	0.82	0.57	0.44	0.40
440	0.62	0.50	0.68	0.45
430	0.69	0.56	0.06	0.56

Aus diesen Resultaten ergiebt sich:

1) das Maximum der Empfindlichkeit im Gelben liegt für uns beide an verschiedenen Stellen des Spektrums;

2) die beiden anderen Maxima (im Blaugrünen und am Uebergang von Indigo in Violet) liegen bei derselben Intensität für beide Beobachter an derselben Stelle;

3) sie wandern aber (ebenso wie der ungefähr in der Gegend des ersten dieser beiden Maxima liegende neutrale Punkt der Farbenblinden) mit steigender Intensität nach dem violetten Ende des Spektrums hin.

In Bezug auf das über die Wellenlänge 640 hinausliegende rothe Ende des Spektrums haben vorläufige von uns angestellte Versuche ergeben, dass hier lediglich Intensitäts- und keine Farbennuancenunterschiede vorkommen. Eine Ausdehnung unserer Untersuchung auf diesen Theil des Spektrums hätte also lediglich die Empfindlichkeit des Auges für Intensitätsunterschiede betroffen. Was den violetten Theil des Spektrums mit kleinerer Wellenlänge als 430 betrifft, so hat bisher die geringe Helligkeit desselben die Anwendung unserer oben geschilderten Untersuchungsmethode verhindert und auch den sicheren Nachweis für das Vorhandensein blosser Intensitätsdifferenzen noch unmöglich gemacht. Wir hoffen demnächst darüber genaueres berichten zu können.

Hr. **E. O. Erdmann** machte Mittheilung über

Ungleiche Ermüdung centraler und peripherischer Theile der Netzhaut,

welche er jüngst an sich und anderen constatirt hat und darin sich äusserte, dass in einem sehr dunklen Zimmer ein schwach leuchtendes Objekt — ein mit phosphorescirendem Schwefelcalcium bestrichenes Streichholz-Etui —, welches bei indirecten Blick deutlich gesehen und ergriffen war, beim directen Sehen durchaus nicht wahrgenommen werden konnte, obwohl sein Ort — in der Hand — durch das Muskelgefühl gekennzeichnet war. Bei der grösseren Sehschärfe der centralen Theile der Netzhaut und bei der Sicherheit und Schnelligkeit mit der indirect gesehene Körper im nächsten Augenblick fixirt werden, hat diese Unmöglichkeit etwas Paradoxes ja Beunruhigendes, denn man macht sehr anstrengende aber ganz erfolglose Accommodationsversuche.

Der Vortragende findet den Grund dieser Erscheinung in einer Ermüdung des Auges durch vorangegangene Belichtung, welche von den peripherischen Theilen der Netzhaut schneller bis zu dem für die Wahrnehmung des schwach leuchtenden Objekts statthaften Grade überwunden wird, als von den centralen Theilen. Den Beweis dafür sieht der Vortragende darin, dass diese Erscheinung sich 2—3 Minuten lang jedesmal beobachten lässt, wenn man aus einem beleuchteten in einen dunklen Raum tritt, dagegen sich nicht zeigt den durch Schlaf vollständig ausgeruhten Augen. Diese vermögen im Dunklen selbst einen noch schwächer leuchtenden Körper sofort zu fixiren.

Hr. **Landolt** machte Mittheilungen über feste Kohlensäure, welche er in Stücken vorwies.

Hr. **Schwalbe** theilte Beobachtungen über Eisfilamente mit. Ein Auszug dieser Mittheilungen folgt eventuell später.

Der Gesellschaft wurden vorgelegt folgende Einsendungen:
Seitens des städtischen statistischen Bureaus der Stadt Berlin:

Veröffentlichungen des statistischen Amts der Stadt Berlin (die einzelnen laufenden Nummern 1883 und 1884). Zusammenstellungen betreffend: a) Witterung, Grundwasser, Erdtemperatur; b) Eheschliessungen, Geburten, Sterbefälle und Abzüge; c) Krankenhäuser und Armenkrankenpflege.

TH. HEUSER. Ueber die Querschwingungen von Röhren. Inaug.-Diss. Marburg. gedr. Marburg 1884 bei Pfeil.

M. WALLACH. Ueber die Einwirkung von Chlorkohlensäureäthyläther auf Aldehyde, zweiwerthige Alkohole und Phenole bei Gegenwart von Natriumamalgam. Marburg 1883.

Annuaire pour l'an 1884, publié par le Bureau des Longitudes avec des Notices scientifiques. 1,50 fr. Paris. Gauthier-Villars. (Envoi de l'Observatoire de Meudon.)

Von dem Mexicanischen Ministerium für Handel und Gewerbe:

Anales del Ministerio de Fomento de la Republica Mexicana VII. México. (Diaz de Leon.) 1882.

Ebenso gehen der physikalischen Gesellschaft seitens der Mexicanischen Regierung die meteorologischen Berichte von Mexico direct zu.

Boletin del Ministerio de Fomento de la Republica Mexicana. Bd. VIII. No. 141 ff.

The Dilatation of Crystals on Change of Temperature. By L. Fletcher. (Philos. mag. 1883. London 1883. 8°.)

STAPFF. Some Results of the Observations on Underground Temperature during the Construction of the St. Gothard Tunnel. Newcastle-upon-Tyne, Andrew Reid 1883. (Minutes of Proceedings of the North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers. XXXII. 1883.)

O. ROTHER. Ueber Capillaritätsbestimmungen von Salzlösungen. Inaug.-Dissert. Breslau 1883. (Gedruckt in Löwenberg in Schlesien.)

Thirty-eighth Annual Report of the Director of the Astronomical

Observatory of Harvard College by E. C. Pickering. Cambridge. Jon Wilson and Comp.

Hugo Meyer. Ueber die Witterungsverhältnisse Göttingens. Göttinger Nachrichten. 1883. No. 11.

J. Drecker. Ueber die innere Ausdehnungsarbeit von Flüssigkeitsgemischen im Vergleich zu derjenigen ihrer Bestandtheile. Sep.-Abdr. aus Wiedem. Ann. XX.

A. v. Waltenhofen. Bemerkungen zu Herrn Hugo Meyer's Abhandlungen über die Magnetisirungsfunktion des Stahles. Sep-Abdr. aus Wiedem. Ann. XX.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, herausgegeben von Carl Ohrtmann. XIII. Jahrg. 1881. H. 3. Berlin 1884 b. Reimer.

Valentiner. Die Kronenquelle zu Ober-Salzbrunn und ihre wissenschaftliche Verbreitung. Reklame oder Studium? Wiesbaden 1884.

v. Beetz. Officieller Bericht der Münchner elektrischen Ausstellung.

Gore. Some Relations of Heat to Voltaic and Thermo-Electric Action of Metals in Electrolyts. (Roy. Soc. 22./11. 1883.)

Siegfried Czapski. Ueber die thermische Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft galvanischer Elemente und ihre Beziehung zur freien Energie derselben. Inaug.-Dissert. Berlin 1884. Gedr. Leipzig bei Metzger u. Wittig 1884.

Ausserdem wurden von Mitgliedern der Gesellschaft folgende Abdrücke und Zeitschriften geschenkt:

A. Oberbeck. Ueber elektrische Schwingungen. (Wiedem. Ann. XXI.)

Quincke. Ueber Messung magnetischer Kräfte. (Sitzungsber. magnet. Kräfte.)

v. Boguslawski. Annalen der Hydrographie 1884. 1. in zwei Exemplaren.

Separatabdruck aus den „Fortschritten der Physik“.
Druck und Verlag von G. Reimer in Berlin.

Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin.

No. 4. **Sitzung vom 7. März** **1884.**

Ausgegeben am 21. März.

Vorsitzender: Hr. v. Helmholtz.

Hr. **Neesen** trug vor unter Vorführung von Versuchen über:

Die Querrippen bei den Kundt'schen Staubfiguren.

Für die Entstehung der Querrippen ist meines Wissens bisher noch keine Erklärung gegeben worden. Es liegt nahe den Grund für das Auftreten derselben in Obertönen zu suchen, deren Tonhöhe allerdings so hoch sein würde, dass wir mit dem Ohre dieselbe nicht mehr vernehmen können. Um diese Erklärungsweise zu prüfen, schien es mir zweckmässig, zunächst zu untersuchen ob auch bei tieferen Tönen dieselben Rippen in derselben Anordnung wie bei den bisher benutzten hohen Tönen von geriebenen Glasstangen entstehen und ob sich durch stärkere Bewegungen Näheres über die Art der Bildung der fraglichen Rippen ergiebt.

Zu dem Ende wurde eine weite Glasröhre auf der einen Seite durch eine dünne Kautschukmembran, auf der anderen Seite durch einen beweglichen Stöpsel verschlossen. Gegen die Membran schlug ein an die Zinken einer elektromagnetischen Stimmgabel (100 Schwingungen in der Sekunde) angeklebtes Korkenstück. Der Boden der horizontalgelegten Röhre war mit feinem Korkmehl bedeckt. Bei fast jeder Länge der Röhre gerieth das Korkmehl in Bewegung und bildete Querrippen. Wurde die Länge der Röhre dem Tone der Gabel angepasst, so waren die Bewegungen ausserordentlich lebhaft. Die Korktheile sprangen von der Glasfläche an bestimmten ungefähr 5—8 mm von einander abliegenden Stellen in die Höhe, bildeten Querwände und wurden aus diesen heraus nach beiden Seiten fort und wieder zur Glasfläche zurückgeschleudert. Die Bewegungen des Korkes gewähren den Anblick eines Springbrunnenstrahles. Bemerkenswerth ist der Umstand, dass die Querrippen nicht an einem Orte verharren, sondern durch die Röhre wandern, während ihre Abstände dieselben bleiben. Dieses Wandern rührt zum Theil von

der Schwere her. Denn wenn man die Röhre nach der einen oder anderen Seite gegen die Horizontale neigt, so wandern die Rippen stets nach tieferen Stellen. Es ist aber zu erwähnen, dass bei horizontal gestelltem Rohre die Rippen von einigen Stellen aus nach entgegengesetzten Seiten sich bewegen.

Diese Erscheinungen treten nicht in allen Röhren gleichmässig auf; bei derselben Röhrenweite, derselben Spannung der verschliessenden Membran entstehen in der einen Röhre diese Rippen leicht, in der anderen nur in sehr geringem Betrage Ueber die Abhängigkeit der Entfernung der Rippen von der Tonhöhe der schwingenden Gabel konnte ich bisher Versuche nicht anstellen, weil mir nur eine Stimmgabel zur Verfügung stand. Es ist eine ziemlich beträchtliche Gewalt der Schwingungen nothwendig, damit die geschilderten Bewegungen auftreten.

Nachschrift. Ich habe seitdem diese Rippen auch bei tiefen Tönen auf bequemere Weise hergestellt, indem eine an einem Ende verschlossene Röhre, die Korkmehl enthält, mit dem offenen Ende vor eine horizontal gelegte offene Orgelpfeife aufgestellt oder in dieselbe hineingeschoben wird. Auch dann entstehen die Bewegungen in ausgezeichneter Weise selbstverständlich besonders stark, wenn die offene Ebene in einem Knotenpunkt der Röhre liegt. Ebenso zeigten runde horizontal gelegte Glaspfeifen in ihrem Innern diese Rippen; auch bei den kleinen Tonpfeifen sind dieselben zu beobachten. Viereckige Holzpfeifen zeigten gleichfalls Rippungen aber sehr unregelmässig.

Tönende Röhren werden zweifelsohne ebenfalls zur Darstellung der Rippen zu benutzen sein.

Hr. **A. König** machte eine zusätzliche Mittheilung*) über seine mit Hrn. **C. Dieterici** ausgeführte Untersuchung betreffend: Die Empfindlichkeit des Auges für Wellenlängenunterschiede des Lichtes.

Unsere Untersuchungsmethode, welche ich in der vorigen Sitzung mir vorzutragen erlaubte, nahm keine Rücksicht auf die

*) Siehe die Verhdl. der vorigen Sitzung.

im Spektrum vorhandenen Intensitätsverschiedenheiten. Die mitgetheilten Resultate waren daher streng genommen zu betrachten als Maass der Empfindlichkeit sowohl für Wellenlängenunterschiede als auch für Intensitätsunterschiede. Den Einfluss der letzteren ganz zu beseitigen, ist uns nicht gelungen und auch wegen der Vergleichung der Intensität verschiedenfarbigen Lichtes jedenfalls sehr schwierig.

Ob aber die Intensitätsverschiedenheiten mit Aenderung der Wellenlänge unsere mittleren Fehler in merklicher Weise beeinflusst haben, prüften wir nachträglich in der Art, dass wir durch Einschalten absorbirender Medien dunkle Banden im Spektrum erzeugten, somit also die Intensitätsvertheilung in durchgreifender Weise änderten. Wiederholung unserer Versuchsreihen haben selbst an solchen Stellen des Spektrums, wo bei unserer ersten Methode ein deutlich wahrnehmbarer Zuwachs der Intensität mit abnehmender Wellenlänge vorhanden, nach Einschalten des Absorptionsmediums aber die Intensität auf dem in Betracht kommenden Intervall wenigstens scheinbar überall gleich war, Werthe für die mittleren Fehler ergeben, welche von den früher erhaltenen nicht mehr sich unterschieden, als letztere bei graphischer Aufzeichnung von dem Verlauf einer glatten Curve abweichen.

Wir sind also wohl zu der Behauptung berechtigt, dass die mit der Aenderung der Wellenlänge im Spektrum verbundenen Intensitätsunterschiede die von uns gewonnenen Resultate nicht merklich beeinflusst haben.

Hr. **v. Helmholtz** berichtete über einen von ihm in den Berichten der Akademie der Wissenschaften veröffentlichten Aufsatz über die Beziehungen der Gleichgewichtsbedingungen stationärer Bewegungen zu den Fundamentalsätzen der Thermodynamik.

Der Gesellschaft wurden vorgelegt:

Il Proposito di una nuova esperienza sull' Elettrolisi. Considerazioni e proposta del Dottor Giuseppe Faè. Padova 1884.

F. Melde. Akustische Experimentaluntersuchungen (Wiedem. Ann. (2) XXI.)

L. Ch. Th. Heuser. Ueber die Querschwingungen von Röhren. Inaug.-Dissert. zur Marburg. Marburg b. Pfeil 1884.

E. Riecke. Zu Boltzmann's Theorie der elastischen Nachwirkung. Separatabd. (Wiedem. Ann. (2) XX. 1883.)

— — Messung der von einer Zamboni'schen Säule gelieferten Elektricitätsmenge (ib.).

A. Dähne. Die Stabilität der Drehaxe. Metz im Selbstverlage des Verfassers 1884.

P. Hoffmann. Beiträge zu dem Thema: Ueber die Strömung der Luft durch Röhren von beliebiger Länge. Inaug.-Dissert. Breslau, 15. December 1883.

B. Schwalbe. Das Griechische in Beziehung zur wissenschaftlichen Nomenklatur. Separatabdruck aus dem Pädagogischem Archiv. 1884. No. 2.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Jahrgang 1882. Berlin bei Parey 1884 durch Prof. G. Karsten.

O. Rother. Ueber Capillaritätsbestimmungen von Salzlösungen und deren Gemischen. Inaug.-Diss. Breslau. Ged. Löwenberg in Schlesien.

B. Schwalbe. Ueber die lokale Verbreitung der Eishöhlen. Centralorgan für die Interessen des Realschulwesens 1884. H. 1 und 2.

U. S. Geological Survey.

1) Second annual Report 1880—81 1 Vol.
2) Tertiary History of the Grand Canon district; with atlas. By C. E. Dutton. 2 Vol.
3) Bulletin 1: On Hypersthene Andesite. By Whitman Cross. 1 Vol.
4) Hayden's twelfth Report 1878. 3 Vol.

Separatabdruck aus den „Fortschritten der Physik“.
Druck und Verlag von G. Reimer in Berlin.

Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin.

No. 5. **Sitzung vom 21. März** **1884.**

Ausgegeben am 6. Mai.

Vorsitzender: Hr. Schwalbe.

Hr. Dr. **Frölich** sprach zunächst über eine Verallgemeinerung des Satzes der Wheatstone'schen Brücke.

Dieser Satz lautet bekanntlich dahin, dass in dem bekannten Schema die Widerstände in den vier Widerstandszweigen in Proportion stehen, wenn im Galvanometerzweig der Strom Null herrscht. Erweitert man diese Definition dahin, dass jene Proportion besteht, wenn im Galvanometerzweig der Strom gleich ist bei Schliessung und Oeffnung des Batteriezweiges, so gilt der Satz auch, wenn in sämmtlichen Zweigen elektromotorische Kräfte wirken. Es ergiebt sich alsdann, dass die Mehrzahl der bekannten Messmethoden für Widerstand und elektromotorische Kraft specielle Fälle dieses Satzes sind.

Der Vortragende besprach ferner Beziehungen zwischen seinen Messungen der Sonnenwärme vom Jahr 1883 und den täglichen Variationen der Elemente des Erdmagnetismus, namentlich der Deklination. Jene Messungen hatten im Wesentlichen ergeben, dass die Sonnenwärme Mitte August um 6—8 pCt. grösser war, als in den vorhergehenden und nachfolgenden Momenten. Nach gütigen Mittheilungen der erdmagnetischen Observatorien von Wien, Petersburg und Wilhelmshaven zeigt die tägliche Variation namentlich der Deklination an diesen drei Orten im August eine Verminderung gegenüber den vorhergehenden und nachfolgenden Monaten und zwar sowohl bei der Darstellungsmethode durch fünftägige Mittel als durch Monatsmittel.

Der Vortragende zeigt schliesslich ein grosses Stück Magnesium vor, welches in der elektrolytischen Anstalt von Hrn. Grätzel, Hannover, vermittelst einer Maschine von Siemens und Halske hergestellt worden war.

No. 6. Sitzung vom 25. April 1884.
Vorsitzender: Hr. Kirchhoff.
Ausgegeben am 6. Mai.

Hr. **Spörer** sprach über:

Resultate aus Beobachtungen der Sonnenflecke.

Wenn eine Sonnenfleckengruppe neu entstanden ist, so sind zunächst die einzelnen Theile derselben überaus veränderlich, sowohl in Bezug auf ihre Gestalt als auch in Bezug auf ihre gegenseitige Lage. Ist darauf vornehmlich in dem westlichen Theile der Gruppe ein grösserer Fleck mit hinreichend abgerundeter Gestalt gebildet, dessen Ort noch an mehreren folgenden Tagen gemessen werden kann, so findet man den aus den Oertern abgeleiteten Rotationswinkel auffallend gross, aber allmählich abnehmend. Ich werde zeigen, wie man hieraus schliessen kann, dass die Bildung der Fleckengruppen in beträchtlicher Höhe über der Sonnenoberfläche und überhaupt in verschiedenen Höhen stattfindet, und dass nachher die schweren Massen herabsinken.

Die angegebene Veränderlichkeit des Rotationswinkels habe ich schon vor mehr als 20 Jahren bemerkt und veröffentlicht. Als Beispiel will ich einen Fleck aus dem Jahre 1862 anführen, dessen erster Ort Sept. 29,51 am Tage der Bildung des Flecks gemessen wurde. Andere Oerter wurden bis Oct. 5 beobachtet. Für den Rotationswinkel ergab sich $\xi = 14{,}53^{\circ} - 0{,}17t$, wo t in Tagen von Oct. 1,86 gezählt ist. Danach gilt für die Zeit der ersten Beobachtung $\xi = 14{,}93^{\circ}$. Der Fleck erschien wieder in der folgenden Rotationsperiode und wurde von Oct. 25 bis Nov. 2 beobachtet. Für die Zeit Oct. 5 bis Nov. 2 gilt $\xi = 14{,}06^{\circ}$. Ein solches Verhalten habe ich seitdem durch überaus zahlreiche Fälle bestätigt gefunden, und nicht wenige Fälle kommen vor, wo der anfängliche Rotationswinkel den Betrag 15° überschreitet und sogar den Betrag 16° erreicht. Ich habe daher schon frühzeitig ausgesprochen, dass man zur Herleitung gesetzmässiger Rotationswinkel keine Oerter aus der ersten Entwickelungsphase

heranziehen dürfe. Das Gesetz der täglichen Rotationswinkel, welches durch die Formel $\xi = 8{,}548^0 + 5{,}798 . \cos b$ ausgedrückt ist, wo b die heliographische Breite bedeutet, habe ich auch nur aus solchen Flecken entnommen, welche in 2 Perioden erschienen und einen so regelmässigen Gang zeigten, dass sämmtliche Längen (mit Ausschluss der dem Sonnenrande nahen Oerter) durch eine lineare Funktion

$$l = l_0 + \xi(t - t_0)$$

dargestellt werden konnten*).

Während hier die Randörter häufig ausgeschlossen waren, so wurden sie später vorzugsweise berücksichtigt, um den Einfluss der Strahlenbrechung der Sonnenatmosphäre zu ermitteln, welcher gerade bei allen dem Sonnenrande näheren Oertern stärker hervortritt**). Ich fand als mittleren Brechungsexponenten

$$n = 1{,}00213,$$

welche Zahl indessen nur unter der Voraussetzung gilt, dass sich die Flecke gerade an der Oberfläche befinden. Wenn aber die Flecke unter der Oberfläche vertieft sind, so muss auch n um einen entsprechenden Betrag verringert werden, denn die Vertiefung der Flecke bewirkt eine Ortsverschiebung in demselben Sinne wie die Strahlenbrechung. Bei der Berechnung der heliographischen Oerter ist nun eine aus dieser Untersuchung hervorgehende Correction anzubringen, indessen wird durch Anbringung dieser Correction nichts darüber entschieden, welcher Theil des Betrages auf Rechnung der Strahlenbrechung und welcher für Tiefenparallaxe anzusetzen ist. Die Correction ist aber nach ihrer Herleitung nur passend für solche Flecke, welche sich nicht mehr in der ersten Entwickelungsphase befinden und eine ziemlich regelmässige Gestalt dauernd behalten. Charakteristisch für solche Flecke ist, dass niemals bedeutende Protuberanzen bei ihrem Orte beobachtet werden, wenn sie sich am Sonnenrande befinden, während gerade in der ersten Entwickelungsphase die flammigen oder eruptiven Protuberanzen sehr bedeutend sind und

*) Publication XIII der astronomischen Gesellschaft. Leipzig 1874, p. 152.

**) Publication d. J. 1876, p. 137—142.

enorme Höhen erreichen. Weil nun durch Untersuchung mit der Thermosäule festgestellt ist, dass die Kerne der Flecke eine geringere Wärme aussenden als die benachbarten Oberflächentheile, und zwar finde ich durchschnittlich $^2/_3$, so muss eine Ursache vorhanden sein, welche diese Abkühlung unterhält. Wenn ich diese Ursache den herabkommenden atmosphärischen Strömungen zuschreibe, so kann ich mich noch darauf stützen, dass bei solchen Flecken, wenn sie sich am Sonnenrande befinden, die angrenzenden Protuberanzen nördlich und südlich eine vom Fleck abgewandte Richtung zeigen, wofür ich viele Beispiele theils aus eigenen theils aus Secchi's Beobachtungen veröffentlicht habe. Andererseits liefern die aus dem Innern des Sonnenkörpers aufsteigenden Gase das Material, welches sich über der Oberfläche abkühlt, und wirken somit zwei Ursachen ein, welche eine Ortsveränderung hervorbringen. Nämlich die empordringenden Gase führen mit sich die lineare Rotationsgeschwindigkeit der Tiefe ihres Ursprungs und bewirken eine Bewegung entgegengesetzt der Rotationsrichtung, während die aus der Höhe herabkommenden Strömungen die ihrem Ursprunge entsprechende grössere lineare Rotationsgeschwindigkeit zuführen. Unter der Voraussetzung, dass bei Flecken von längerer Dauer die atmosphärischen Strömungen aus geringerer Höhe herabkommen, indem sie nur die Abkühlung zu unterhalten brauchen, was nicht vollständig geschieht, weil sich der Fleck nach und nach verkleinert, ferner unter der Voraussetzung, dass diese Höhe des Ursprungs ungefähr gleich ist derjenigen, bis zu welcher man die vielen kleinen flammigen Spitzen am Sonnenrande aufsteigen sieht, lässt sich zur Erklärung der Rotationsformel*) die Tiefe des Ursprungs der eruptiven Protuberanzen berechnen. Man erhält eine mit der heliographischen Breite zunehmende Tiefe**).

Es zeigte sich aber eine Verschiedenheit für den westlichen und östlichen Theil der Gruppen, und zwar so, dass die Einwirkung der atmosphärischen Strömungen für den westlichen Theil,

---

*) In der Publ. 1880, p. 88 habe ich erörtert, weshalb die Rotationsformel nicht durch Oberflächen-Strömungen erklärt werden können.

**) Publication I des astroph. Observatoriums zu Potsdam. 1878. p. 89.

die Einwirkung der inneren Strömung für den östlichen Theil grösser ist, indem nämlich westliche Flecke den Rotationswinkel allemal grösser liefern als die Formel, die östlichen einen kleineren Betrag ergeben*). Je grösser die Höhe des Ursprungs der atmosphärischen Strömung ist, desto beträchtlicher ist auch ihre Ablenkung nach West (von uns aus gesehen) d. h. im Sinne der Rotationsrichtung, und werden daher vornehmlich die westlichen Theile der Gruppe betroffen und vorgeschoben. Die Verminderung der Höhe des Ursprungs würde dann auch eine Verminderung des übergrossen Rotationswinkels der westlichen Flecke bedingen.

Man könnte glauben, dass sich die übergrossen Rotationswinkel ohne Zuziehung einer anderen Ursache schon durch die Annahme erklären liessen, dass sich die Flecke zu jener Zeit in sehr beträchtlicher Höhe über der Oberfläche befänden, und in der That wird bei einer solchen Annahme durch unsere Gesichtslinie der Ort eines Flecks, der sich östlich oder westlich befindet, weiter nach Ost oder West verschoben, mithin aus den so veränderten Längen ein zu grosser Rotationswinkel erhalten; wird aber für eine Anzahl auf einander folgender Tage nach dieser Voraussetzung eine Correktion der Längen angebracht, so erhält man eine unzulässige Unregelmässigkeit im Gange, woraus man ersieht, dass nicht der ganze Ueberschuss des Rotationswinkels durch Höhenparallaxe erklärt werden kann, sondern dass die vorher angegebene Ursache wenigstens als mitwirkende gelten müsse.

Nun ist zu beachten, dass die aus grösster Höhe herabkommenden Strömungen ihren vollen Einfluss erst dann ausüben können, wenn sie die Widerstände völlig überwunden haben; ferner ist wahrscheinlich, dass nicht zuerst aus grössten Höhen, sondern vorher aus geringeren Höhen die Strömung herabkommt.

Beides würde bedingen, dass der beobachtete Rotationswinkel zuerst wächst, bis er ein Maximum erreicht, worauf weiter die Abnahme erfolge. Zahlreiche Fälle, welche dem gegebenen Bei-

*) Publication I, p. 85—87; Publ. 5. 1880, p. 68.

spiele ähnlich sind, zeigen aber durchaus, dass der grösste Betrag des Rotationswinkels sogleich anfangs auftritt. Indem wir hierauf ein besonderes Gewicht legen, können wir auch nicht die atmosphärischen Strömungen als die einzige Ursache der übergrossen Rotationswinkel betrachten, sondern müssen annehmen, dass namentlich für die erste Zeit die Höhenparallaxe beträchtlich mitwirkt. Schon die Verminderung der Höhe würde ausreichen, um die nach und nach eintretende Verkleinerung des Rotationswinkels zu erklären.

Nach Verlauf einer gewissen Zeit ist es wohl möglich, dass die schweren Kernmassen auch unter das Niveau der Oberfläche herabsinken. zumal gerade bei sehr grossen Flecken für die dem Sonnenrande nahen Oerter Abweichungen vorkommen, welche auf eine grössere Tiefe hinweisen, als bei den Flecken angenommen werden dürfte, aus denen die angegebene Correktion der Länge abgeleitet ist.

Der Gesellschaft wurden vorgelegt:

Von den Verfassern resp. den Verlegern.

Giuseppe Faè. Di alcune proprietà fisiche del corallo. Ricerche sperimentali. 12 S. Padova Stabilimento Prosperini 1884.

Die physikalischen Grundsätze der elektrischen Kräfteübertragung. Eine Einleitung in das Studium der Elektrotechnik von Josef Popper, mit einer Tafel. Wien u. Pest. A. Hartlebens Verlag. 55 S.

P. Hoffmann. Zur Mechanik der Meeresströmungen an der Oberfläche der Oceane Ein Vergleich der Theorie mit der Erfahrung. Berlin 1884. Mittler u. Sohn. 99 S.

A. Hamon. Étude sur les Eaux Potables et le Plomb. Paris; de la Haye. 1884. 72 S.

Ch. Montigny. Influence des Perturbations Magnétiques sur les Scintillations des Étoiles. Bruxelles. F. Hayez. 1883. 31 S.

Notice sur la scintillation des étoiles dans les rapports avec la constitution de leur lumière d'aprés l'analyse spectrale par Ch. Montigny. Bruxelles. F. Hayez. 1883. 23 S.

J. Lange. Die Berührungskreise eines ebenen Dreiecks und deren Berührungskreise. Berlin 1884. Oster-Programm. Wissenschaftliche Beilage zum Programm der Friedrichs-Werderschen Ober-Realschule. 19 S.

Nachweisung der Resultate der Geschäftsthätigkeit der Aichämter im Deutschen Reiche (excl. Baiern) während des Jahres 1883. Herausgegeben von der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Commission. Berlin 1883. Schade's Druckerei. 4°.

Actas de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba. Tomo V. Entrega primera. Buenos Aires 1884. 1-86.

R. Osservatorio Astronomico di Brera in Milano: Osservazioni meteorologiche eseguite nell' anno 1883 col riassunto composto sulle medesime da E. Pini.

Jordmagnetiska Bestämningar i Sverige under Aren 1872—1882 af R. Thalén. Kongl. Svensk. Akad. Handlingar. XX. No. 3. 66 S.

O. Köchly. Ueber ein eigenthümliches System pseudo-astatischer Centrifugalregulatoren. Abdr. aus Verh. d. Vereins zur Beförderung d. Gewerbfleisses. 26 S.

B. Weinstein. Zur Berechnung des Potentials von Rollen. Abdr. aus Annalen d. Phys. u. Chem. (2) XXI. 1884.

Die Generatoren hochgespannter Elektricität mit vorwiegender Berücksichtigung der Elektrisirmaschinen im engeren Sinne. Von Dr. Ignaz Wallentin. Wien. Hartleben's Verlag. Elektrotechnische Bibliothek. XXII. 1-271.

Veröffentlichungen des statistischen Amts der Stadt Berlin. 1884. 11-13.

S. P. Langley. Experimental Determination of wave lengths in the invisible Prismatic Spectrum. Americ. J. of Scienc. XXVII. 1884. March. 1-20.

Om de lysande spectra hos Didym och Samarium af Rob. Thalén. Öfversigt af Kongl. Vetensk. Akad. Forh. 1883. No. 7. Stockholm. 116 S.

Die Spannungs-Elektricität, ihre Wirkungen und technischen Anwendungen von K. W. Zenger, mit 86 Abbild. Elektrotechnische Bibliothek. Bd. XIX. Wien. Hartleben's Verlag.

C. C. Knott and J. G Mac Gregor. On the Thermo-Electric Properties of Charcoal and certain Alloys, with a Supplementary Thermo-Electric Diagram. From the Trans. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. XXVIII. (p. 321-343). Edinburgh 1878. 4°.

J. G. Mac Gregor and C. G. Knott. On the Variation with Temperature of the Electrical Resistance of Wires of certain Alloys. From the Trans. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. XXIX. (p. 599-608).

Mac Gregor. On the Absorption of Low Radiant Heat by Gaseous Bodies. From the Proc. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. XII. (p. 24-45), Session 1882-1883. 8°.

J. G. Mac Gregor. On the Resistance to the Passage of the Electric Current between Amalgamated Zinc Electrodes and Solutions of Zinc Sulphate. From the Trans. Nova Scotia Instit. of Nat. Science. Session 1882-1883, p. 47-52.

— — On the Measurement of the Resistance of Electrolytes by Means of Wheatstone's Bridge. From the Trans. Roy. Soc. Canada Section III, p. 21-25. 1882. 4°.

— — On some Experiments shewing that the Electromotive Force of Polarization is independent of the difference of Potential of the Electrodes. From the Trans. Roy. Soc. Canada Section III, p. 49-54. 1883.

— — On the Transition Resistance of the Electric Current at the bounding surface between amalgamated Zinc electrodes and solution of Zinc Sulphate (Abstract). From the Trans. Roy. Soc. Canada Section III, p. 99. 1883.

A. Naccari e G. Guglielmo. Sul riscaldamento degli elettrodi prodotto dalla scintilla d'induzione nell' aria molto rarefatta. (Estr. dagli Atti di Torino, Vol. XIX. 1884. 9 S. 8°. 1 Tafel.)

Von Mitgliedern.

G. Kirchhoff. Ueber die Formänderung, die ein fester elastischer Körper erfährt, wenn er magnetisch oder diëlektrisch polarisirt wird. (Abdr. Sitzungsber. d. k. pr. Akademie zu Berlin 1884. XII.) 20 S.

H. Wild. Observations sur les courants électriques de la terre



dans les lignes d'un kilomètre de longueur et leur comparaison avec les variations magnétiques. St. Pétersbourg (Ac. Impér.) 1884. Mélang. phys. 91-98.

Die indirekten Methoden zur Bestimmung der magnetischen Neigung von Prof. Dr. E. Hutt. Beilage zum Jahresbericht d. Gymnasiums zu Brandenburg a. H. Ostern 1884. 1-28.

B. Schwalbe. Die wissenschaftliche und technische Nomenklatur in Beziehung zur Vorbildung. Friedberg u. Mode. Berlin 1884. Aus dem Centralorgan für Interessen des Realschulwesens. XII.

R. Clausius. Zur Theorie der Kraftübertragung durch dynamoelektrische Maschinen. Abdr. Ann. d. Phys. u. Ch. (2) XXI.

R. Hoppe. Einfaches Pendel im Raume bei Anziehung von einem Punkte in endlicher Entfernung. — Numerische Berechnung der Winkel von vier Dimensionen. — Verallgemeinerung einer Relation der Jakobi'schen Funktionen. — Oscillationen eines Bifilarpendels. — Horizontal rotirende Kette. Abdrücke aus dem Archiv für Mathem. u. Phys.

Separatabdruck aus den „Fortschritten der Physik“.
Druck und Verlag von G. Reimer in Berlin.

Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin.

No. 7. **Sitzung vom 9. Mai** **1884.**

Ausgegeben am 12. Juni.

Vorsitzender: Hr. Du Bois Reymond.

Hr. **von Helmholtz** trug vor:

Ueber die Beschlüsse der internationalen Conferenz für elektrische Maasseinheiten in Paris.

Den internationalen Conferenzen, welche in Paris im October 1882 und April 1884 zusammentraten, wurden eine Reihe neuer Arbeiten vorgelegt über die Bestimmung des Ohm, in Werthen der Siemens'schen Quecksilbereinheit ausgedrückt. Ich gebe eine von Hrn. A. Gryll Adams gemachte Zusammenstellung dieser Werthe auf der folgenden Seite. Es ergiebt sich daraus schon eine ziemlich weitgehende Uebereinstimmung, wenn auch die von der Conferenz im Jahre 1882 geforderte Genauigkeit von 1 pro Mille durch die Mehrzahl der Beobachter noch nicht erreicht ist. Die

diesjährige Conferenz (1884) betrachtete die Uebereinstimmung jedoch als ausreichend, um zur Feststellung des „legalen Ohm“ für die technischen Zwecke zu schreiten, und beantragte den Werth festzusetzen:

1 Ohm = 1,060 Quecksilbereinheit.

Die noch bestehenden Abweichungen fallen in die Grenzen der Temperaturcorrektionen und Skalen, welche nach der so festgesetzten Einheit getheilt sind, werden nur einer andern Bestimmung für die Normaltemperatur ihrer Gültigkeit bedürfen, um das genaue theoretische Ohm zu repräsentiren.

Tafel der von verschiedenen Beobachtern gefundenen Werthe des Ohm ausgedrückt in Quecksilbereinheiten.

Jahr	Beobachter	Werth des Ohm	Methode
1881	Rayleigh u. Schuster	1,0598	der British Association
1882	Rayleigh	1,0628	ebenso
1882	H. Weber	1,0614	dasselbe modificirt
1874	F. Kohlrausch	1,0591	W. Weber's erste Methode
1884	Mascart	1,0632	ebenso
1884	G. Wiedemann	1,0619	ebenso mit dem grossen in Leipzig von Weber selbst construirten Apparate
1878	Rowland	1,0579	Kirchhoff's Methode, modificirt
1882	Glazebrook	1,0630	ebenso
1884	Mascart	1,0632	ebenso
1884	F. Weber	1,0537	ebenso
1884	Roiti	1,0590	Roiti
1873	Lorenz	1,0710	Lorenz
1884	Lorenz	1,0619	ebenso
1883	Rayleigh	1,0624	dieselbe modificirt
1884	Lenz	1,0613	dieselbe

Jahr	Beobachter	Werth des Ohm	Methode
1882	Dorn	1,0546	W. Weber's Dämpfungsmethode
1883	Wild	1,0568	dieselbe
1884	F. Weber	1,0526	dieselbe
1866	Joule	1,0623	Wärmeentwicklung
	Mittel	1,0604	

Da die Bestimmung des Ampère aus der Gleichung

$$A^2 . O . \text{Scd.} = \text{Watt}$$

ebenso schwierig wäre, wie die ursprüngliche Bestimmung des Ohm, wurde festgesetzt, dass dem Ampère seine ursprüngliche Definition = 10 Weber gelassen werden sollte, das legale Volt aber gleich 1 Ampère mal 1 legalen Ohm zu setzen sei.

No. 8. Sitzung vom 23. Mai 1884.

Ausgegeben am 12. Juni.

Vorsitzender: i. V. Hr. Hansemann.

Hr. **H. W. Vogel** trug vor:

Ueber die photographische Aufnahme farbiger Körper in den richtigen Helligkeitsverhältnissen.

Es ist bekanntlich ein Grundfehler der Photographie die Farben in unrichtigem Helligkeitsverhältniss wiederzugeben. Manche gelbe, grüne und rothe Nüancen bilden sich dunkel ab, während sie dem Auge hell erscheinen, andere dunkle wie Cobalt und Ultramarinblau, Carmin etc. werden in der Photographie hell, fast weiss.

Der Grund dieser Erscheinung ist schon lange in der geringen Empfindlichkeit photographischer Schichten für schwach brechbare Strahlen erkannt worden und erklärt sich diese nach dem Gesetze des Zusammenhanges zwischen Absorption und Chemismus aus dem Umstande, dass es vorzugsweise die stark brechbaren Strahlen sind, welche von den lichtempfindlichen Silbersalzen absorbirt werden.

Ausgehend von diesem Zusammenhange kam ich bereits vor

11 Jahren auf den Gedanken, dass es möglich sein dürfte, die Silbersalze empfindlich zu machen für schwach brechbare Strahlen durch Zumischen von Körpern, welche diese Strahlen absorbiren (Berichte der d. chem. Gesellsch. Jahrg. VI. p. 1302). Der Versuch bestätigte meine Vermuthung. Eine Bromsilberschicht, die ich schwach mit Corallin färbte (welches einen Absorptionsstreifen im Grüngelb zeigt), ergab bei Aufnahme des Sonnenspektrums neben der Empfindlichkeit für Indigo ein zweites Maximum der Empfindlichkeit im Grüngelb; eine andere Bromsilberschicht, mit Methylrosanilinpicrat gefärbt (das einen Absorptionsstreifen im Orange zeigt), erwies sich als deutlich orangeempfindlich. Bei weiteren Versuchen ergaben Fuchsin, Methylviolett, Aldehydgrün etc. ganz analoge Wirkungen, so dass ich darauf hin den Satz aufstellte, dass bei der chemischen Wirkung des Lichtes auf empfindliche Substanzen nicht nur die optische Absorptionsfähigkeit dieser Substanzen selbst, sondern auch die optische Absorptionsfähigkeit beigemengter Stoffe eine wichtige Rolle spielt, und dass es möglich sei, photographische Schichten für jede beliebige Farbe empfindlich zu machen durch Zumischen von Stoffen, welche betreffende Farbe absorbiren (a. a. O.). Die störende Nebenwirkung (meist Reduktionen), welche betreffende Stoffe auf die Silbersalze ausübten, machten diese Versuche zu besonders difficilen zu jener Zeit, wo die photographische Praxis in der Ueberwindung von Schwierigkeiten noch nicht so weit vorgeschritten war, wie heut zu Tage.

Ich versuchte aber schon damals, wie weit gedachtes Princip für die Aufnahme farbiger Körper verwerthet werden könne. Hierbei ergab sich, dass die Wirkung gelber und rother Pigmente auf für Spektrumgelb und Spektrumroth empfindlich gemachte Schichten der Wirkung der Spektralfarben auch nicht entfernt gleichkam, ja sogar kaum merkbar war, während auf dieselben Schichten blaue Pigmente mit fast unveränderter Stärke wirkten. Der Grund lag daran, dass die Helligkeit der gelben Pigmente im Vergleich zu dem glühend hellen Spektrumgelb fast verschwindend klein ist, während Ultramarin und Cobaltblau im Vergleich zum Spektrumblau relativ viel heller erscheinen.

Es glückte mir aber die Photographie eines dunkelblauen Bandes auf hellgelbem Grunde in richtigem Helligkeitswerth dadurch zu erhalten, dass ich zwischen Objekt und Objektiv ein gelbes Glas einschaltete. Dieses drückte die Intensität der blauen Strahlen herab, liess die der gelben fast unverändert und dadurch bildete sich das blaue Band dunkel auf hellem Grunde ab.

Trotz dieses gelungenen Resultats schenkte die photographische Welt der Sache wenig Aufmerksamkeit, um so weniger als meine Beobachtungen von Lea, Monckhoven, Abney und anderen Photochemikern angezweifelt wurden. 1875 nahm Waterhouse in Calcutta, der meine mit gefärbten Schichten aufgenommenen Spektrumphotographien gesehen hatte, auf meine Anregung meine Versuche wieder auf, er benutzte dabei auch einige der inzwischen entdeckten Theerfarbstoffe, u. A. das Eosin, dessen Wirkung vollständig dem von mir ausgesprochenen Princip entsprach. Die ausgezeichnete Gelbempfindlichkeit dieses Stoffes führte zuerst zu Versuchen von Seiten Ducos du Hauron's in Paris und Alberts in München, gelbempfindliche Platten herzustellen, die als Grundlage eines neuen chromolithographischen Processes dienen sollten. Die Resultate entsprachen jedoch in Bezug auf diesen Process den Erwartungen nicht; sie gaben jedoch Veranlassung zu Versuchen, nach farbigen Bildern Photographien in richtigerem Tonverhältniss zu gewinnen, als mit der gewöhnlichen Photographie bisher möglich war. Namentlich gingen Braun in Dornach und Albert jun. in München in dieser Richtung vor, ohne jedoch über ihre Verfahrungsweisen etwas zu veröffentlichen.

Dieser Umstand veranlasste mich, meine Versuche wieder aufzunehmen und bald gelang es mir auf Grund meiner früher aufgestellten Principien und Verfahren, einen praktisch brauchbaren photographischen Process auszuarbeiten, der Photographien nach Oelgemälden (deren Aufnahme jetzt in Berlin, München etc. einen grossartig entwickelten Kunst-Industriezweig bildet) in richtigerem Tonverhältniss wie bisher ermöglichte*). Ich experimen-

*) Derselbe ist publizirt im Maiheft I und II der photographischen Mittheilungen Jahrgang XXI, Verlag von Oppenheim in Berlin.

tirte zuerst mit dem gewöhnlichen Eosin, [Tetrabromfluorescein-Kalium] das Waterhouse benutzt hat (s. o.), dann untersuchte ich die Wirkung der Derivate des Eosins resp. Fluoresceins, als Tetrajodfluorescein (Erythrosin), Aethyleosin (Cyanosin), Methyleosin, Dijodfluorescein, Pyrosin, Tetrabromdinitrofluorescein etc.

Alle diese Körper zeigen eine auffallende optische Uebereinstimmung, sie haben in alkoholischer Lösung einen Hauptabsorptionsstreifen auf der Linie *E*, einen zweiten schwächeren auf der Linie *F* und liefern, dem Bromsilber beigemischt eine photographische Aufnahme des Sonnenspektrums, in welche der Hauptabsorptionsstreifen sich sehr kräftig durch die verstärkte photographische Wirkung kenntlich macht, weniger deutlich der zweite, während zugleich durch Gegenwart dieser Körper eine auffällige Empfindlichkeitsverminderung für Spektrumblau und Violett erfolgt. Die photographischen Maxima stimmen jedoch in der Lage mit dem Absorptionsstreifen der alkoholischen Lösung der betreffenden Farben nicht genau überein, sondern zeigen sich etwas nach Roth hin verschoben, was mit Rücksicht auf die von Kundt beobachtete Wirkung stark dispergirender Medien (in diesem Falle Collodium) auf die Lage der Absorptionsstreifen nicht auffallend erscheint.

In Bezug auf photographische Intensität der Wirkung zeigen sich zwischen den verschiedenen Fluoresceinderivaten grosse Differenzen; so veranlassen die Jodderivate im Allgemeinen eine stärkere Grüngelbempfindlichkeit als die Bromderivate; die Nitroderivate zeigen die schwächste Wirkung, namentlich die hoch substituirten Verbindungen.

Eine auffallende Verschiedenheit von den übrigen Derivaten bietet das Cyanosin (Aethyleosin) dar. Der Absorptionsstreifen desselben liegt sehr merklich weiter nach Roth hin als der der übrigen Verbindungen, er befindet sich fast genau in der Mitte zwischen *D* und *E*: Dieser Umstand, zu denen noch die Verschiebung des Streifens nach Roth hin in dem stark dispergirenden Collodium tritt, veranlasst, dass auch das photographische Maximum weiter nach derselben Richtung hin rückt, so dass mit Cyanosin gefärbt photographische Schichten sich erheblich mehr

gelbempfindlich erweisen als mit gewöhnlichen Eosin gefärbte, die der Lage des Absorptionsstreifens entsprechend eigentlich mehr grüngelb empfindlich sind.

Mit Eosin gefärbtes Bromsilbercollodium erwies sich nach meinen Versuchen für Spektrumgelb als 8 bis 10 mal empfindlicher als für Spektrumblau. Dennoch erhält man auch mit Anwendung solcher Schichten bei photographische Aufnahmen farbiger Körper noch keineswegs ein Bild in richtigen Tonverhältnissen. Noch immer bildet sich Blau am hellsten ab, so dass meine vor zehn Jahren ausgesprochene Behauptung, die Empfindlichkeit für Spektrumgelb (welche ich damals erreichte) müsste noch auf das 25fache gesteigert werden, wenn man von gelben Pigmenten eine gleiche Wirkung erzielen wolle als von blauen, sich als den Thatsachen ziemlich entsprechend erwiesen hat.

In der That gelingt die Photographie in richtigem Tonverhältniss erst dann, wenn man, wie ich dies früher that, eine gelbe Scheibe zwischen Objekt und Camera einschaltet, welche die Intensität des Blau bedeutend herabdrückt.

Man erhält dann ein Bild, in welchen die Farben vermöge der an ihnen reflektirten grüngelben Strahlen gewirkt haben, so dass in der That Chromgelb, welches sonst in der Photographie stets schwarz wurde; ferner Schweinfurter Grün hell erscheinen, Cobalt und Ultramarin dunkel. Das Roth und Orange zeigt auf mit Eosin gefärbten Schichten, entsprechend der geringen Absorption für Roth keine Wirkung. Dennoch erscheint das so gewonnene Resultat ganz bedeutend naturgemässer als das mit den herkömmlichen photographischen Processen erhaltene und trägt das Verfahren bei der Anwendung in der Oelgemäldereproduktion bereits seine Früchte.

Es ist wahrscheinlich, dass dem Verhalten des Aethyleosins entsprechend höher äthylirte Eosine Absorptionsstreifen zeigen werden, die noch weiter nach Roth hin liegen als bei ersteren und dürften diese dann dem Bromsilber eine Orangeempfindlichkeit ertheilen, die für Aufnahmen rother Pigmente (die hinreichend Orange reflektiren) vollständig genügt.

Eingegangen sind an Geschenken:

Von Mitgliedern.

H. Wild. Ueber den Werth der Siemens'schen Widerstandseinheit in absolutem elektromagnetischem Maasse.

Beobachtungsergebnisse der von den forstlichen Versuchsanstalten des Königreich Preussen, des Herzogthum Braunschweig, der thüringischen Staaten, der Reichslande und dem Landesdirektorium der Provinz Hannover eingerichteten forstlich meteorologischen Stationen, herausgegeben von Dr. A. Müttrich, Prof. zu Eberswalde. IX. Jahrgang. 1883. Juli—December.

v. Bezold. Untersuchungen über dielektrische Ladung in Leitung. Abdr. Sitzb. d. bayr. Ak. 1884. H. 1.

E. Hutt. Die indirekten Methoden zur Bestimmung der magnetischen Neigung. Oster-Programm d. Gymnasiums zu Brandenburg a. H. 1884. Druck b. Wieseke.

v. Helmholtz. Studien zur Statik monocyklischer Systeme. Sitzungsber. d. k. preuss. Ak. d. Wissensch. 1884. XVII u. XVIII.

E. du Bois-Reymond. Lebende Zitterrochen in Berlin. Sitzungsber. d. k. preuss. Akademie zu Berlin. 1884. XIV.

G. Hansemann. Ueber die Diffusion von Gasen durch eine poröse Wand. Abdr. Ann. d. Phys. (2) XXI.

G. Kirchhoff. Zur Theorie der Diffusion von Gasen durch eine poröse Wand. Abdr. aus Ann. d. Phys. (2) XXI. 1884.

L. Grunmach. Absolute barometrische Bestimmungen unter Controle des Vakuums durch elektrische Lichterscheinungen. Abdr. aus Ann. d. Phys. (2) XXI.

R. Hoppe. Drei Sätze für Inhaltsberechnung in der Mehrdimensionen-Geometrie. Abdr. Grunert Arch. LXIX.

Ludwig Chr. Th. Heuser. Ueber die Querschwingungen von Röhren. Inaug.-Diss. Marburg 1884. (34 S. 8°.)

H. Kayser. Ueber die Verdichtung der Kohlensäure an blanken Glasflächen. Sep.-Abdr. aus Wied. Ann. XXI. 1884. (4 S. u. 1 Taf. 8°.)

F. Kohlrausch. Ueber die absolute Messung starker elektrischer Ströme mit der Tangentenbussole und über ein Federgalva-

nometer für technische Zwecke. Sep.-Abdr. aus der Elektrot. Z. S. 1884. Jan. (7 S. 8°.)

F. Kohlrausch. Zur Bestimmung des Widerstandes flüssiger Leiter und galvanischer Säulen und über einen Unviversal-Widerstandsmesser. Sep.-Abdr. aus der Z. S. d. Elektrot. Ver. Wien. Dec. 1883. (4 S. 8°.)

H. Kronecker und F. Schmey. Das Coordinationscentrum der Herzkammerbewegungen. Aus Berl. Sitzungsb. 1884. VIII. (3 S. 8°.)

Eduard Riecke. Zu Boltzmann's Theorie der elastischen Nachwirkung. Sep.-Abdr. aus Wied. Ann. XX. 1883. (9 S. 8°.)

— — Messung der von einer Zamboni'schen Säule gelieferten Elektricitätsmenge. Sep.-Abdr. aus Wied. Ann. XX. 1883. (13 S. 8°.)

J. Roth. Ueber die Erdbeben. Berlin, Carl Habel 1882. (Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge, herausgegeben von Rud. Virchow und Fr. von Holtzendorff. Serie XVII. Heft 390. 40 S. 8°.)

B. Schwalbe. Ueber die lokale Verbreitung der Eishöhlen. (Centralorgan für die Interessen des Realschulwesens. XII. 1884. Jan. Febr. 31 S. 8°.)

— — Das Griechische in Beziehung zur wissenschaftlichen Nomenklatur. Sep.-Abdr. aus dem Pädagogischen Archiv 1884. Heft 2. (27 S. 8°.)

Arbeiten aus der speciell physiologischen Abtheilung des physiologischen Instituts der Universität Berlin, geleitet von Hugo Kronecker. Jahrgang 1883. Aus du Bois-Reymond's Archiv für Physiologie, Verlag von Veit & Co., aus dem Archiv f. Psychiatrie und aus dem Centralblatt f. d. med. Wissenschaften, Verlag von August Hirschwald, aus den „Fortschritten der Physik", Verlag von G. Reimer.

Von Verlegern, Gesellschaften etc.

Analytische Theorie der Wärme von M. Fourier, deutsche Ausgabe von Dr. B. Weinstein, mit 21 in den Text gedruckten Holzschnitten. Berlin. Verlag von J. Springer. 1884. 1-476.

Die Geschichte der Physik in Grundzügen mit synchronistischen Tabellen der Mathematik, der Chemie und beschreibenden Naturwissenschaften, sowie der allgemeinen Geschichte von Dr. F. Rosenberger. Zweiter Theil. Geschichte der Physik in der neueren Zeit. Braunschweig, Verlag von Vieweg u. Sohn. 1884. 1-406.

Die modernen Theorien der Chemie und ihre Bedeutung für die chemische Mechanik von Dr. Lothar Meyer. V. Auflage. Breslau, Verlag von Maruschke u. Berendt. 1884. 1-626.

Lehrbuch der Geophysik und physikalischen Geographie von Dr. S. Günther. II Bände. I. Bd. mit 77 in den Text gedruckten Abbildungen. Stuttgart, Verlag von F. Enke. 1884. 1-418.

Comité international des Poids et Mesures. Procès Verbaux des Séances de 1883. Paris, Gauthier-Villars. 1884. 1-144.

G. H. Darwin. On the Figure of Equilibrium of a Planet of a Heterogeneous Density. Abdr. Proc. R. Soc. No. 229. 1883. 9 S.

Meteorologische Beobachtungen in Moskau von Bachmetieff. 1883.

Elements of Vector Analysis. Arranged for the Use of Students in Physics. by J. W. Gibbs. (Not. published.) New Haven. 1881—1884.

A. Naccari e G. Guglielmo. Sul riscaldamento degli Elettrodi prodotto dalla Scintilla d'induzione nell' aria molto rarefatta. Torino b. Loescher 1884. (Atti dell. R. Acc. d. scienze di Torino.)

Auszug aus dem Protokoll der fünften Plenarsitzung des internationalen Congresses der Elektriker zu Paris am 28. September 1881. (Présidence d. M. Cochay.) Sep. aus Arch. f. Anatomie u. Physiologie.

J. E. Broszus. Die Theorie der Sonnenflecken. Nach den neuesten wissenschaftlichen Forschungen dargestellt. Berlin, Julius Springer. 1884. (VIII + 104 S. 8°.)

A. Dähne. Die Stabilität der Drehaxe. Metz, Selbstverlag des Verfasser. 1884. (24 S. 8°.)



Giuseppe Faè. A proposito di una nuova esperienza sull' elettrolisi considerazioni e proposita. Padova, Stabilimento Prosperini 1884. (Estratto dal Bullettino della Società Veneto-Trentina di Scienze Naturali Tomo III. No. 1. 6 S. 8°.)

Paul Hoffmann. Beiträge zu dem Thema: „Ueber die Strömung der Luft durch Röhren von beliebiger Länge". Inaug.-Diss. Breslau. 1883. (48 S. u. 3 Tafeln. 8°.)

F. Melde. Akustische Experimentaluntersuchungen. Sep.-Abdr. aus Wied. Ann. XXI. 1884. (19 S. 8° u. 1 Taf.)

John A. R. Newlands. On the Discovery of the Periodic Law and on Relations amony the Atomic Weights. London & New-York, E. u. F. N. Spon. 1884. (VIII+39 S. 8° und 2 Tafeln.)

Oskar Rother. Ueber die Capillaritätsbestimmungen von Salzlösungen und deren Gemischen. Inaug.-Diss. Breslau. Löwenberg i. Schl. 1883. (51 S. 8° u. 2 Tafeln)

Officieller Bericht über die im Königlichen Glaspalaste zu München 1882 unter dem Protektorate Sr. Majestät des Königs Ludwig II. von Bayern stattgehabte internationale Elektricitäts-Ausstellung, verbunden mit elektrotechnischen Versuchen. — Bearbeitet und herausgegeben von der Prüfungs-Commission. Redaktion: W. von Beetz, O. von Miller, E. Pfeiffer. — Mit 225 in den Text gedruckten Abbildungen. — Autotypie-Verlag. München. 1883. (154+VI S. 4° u. 1 Taf.)

Alfred Ritter von Urbanitzky. Die Elektricität im Dienste der Menschheit. Eine populäre Darstellung der magnetischen und elektrischen Naturkräfte und ihrer praktischen Anwendungen. Wien, Pest, Leipzig. A. Hartleben's Verlag. Lief. 6—10 enthaltend die Seiten 241—480. 8°.

Separatabdruck aus den „Fortschritten der Physik".
Druck und Verlag von Georg Reimer in Berlin.

Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin.

No. 9. Sitzung vom 13. Juni 1884.

Ausgegeben am 10. Juli.

Vorsitzender: Hr. Du Bois-Reymond.

Hr. **A. König** berichtete:

Ueber die bisher gemachten Bestimmungen der Wellenlängen einfacher complementärer Farben.

Ausser den Messungen, welche sich auf die Wellenlängen eines oder einiger weniger Paare einfacher complementärer Farben beschränken, liegen, soweit ich die einschlägige physiologisch-optische Literatur kenne, vier vollständige Reihen solcher Bestimmungen vor. Es sind dieselben ausgeführt von den Hrn. v. Helmholtz*), v. Frey und v. Kries**) und Schelske***). Die erste dieser Versuchsreihen enthält [illegible] Farbenpaare, die zweite, von Hrn. v. Frey und v. Kries gemeinsam ausgeführt, für jeden von ihnen 13 und die letzte 23 Farbenpaare. Bei der grossen Zahl von complementären Farbenpaaren, welche Hr. Schelske angiebt, ist es sehr zu bedauern, dass seine Resultate so ungenaue und einander widersprechende Werthe für die Wellenlängen ergeben, dass ein Vergleich mit den drei andern Versuchsreihen nicht möglich ist. Um einen solchen Vergleich zwischen den übrigen Messungsreihen anzustellen, habe ich die Angaben auf ein einheitliches Maass reducirt und zwar wie bei allen meinen bisher selbst ausgeführten Wellenlängenbestimmungen des Lichtes auf Milliontel Millimeter ($= \mu\mu$). Die Zahlen des Hrn. v. Helmholtz waren dazu nur mit einem constanten Faktor zu multipliciren, hingegen erforderten die Angaben der Hrn. v. Frey und v. Kries eine Interpolationsrechnung, da sie sich auf die betref-

*) H. Helmholtz. Pogg. Ann. XCIV, 1. 1855. (Abgedr. in Wissensch. Abh. II, 45. Leipzig 1883.) Physiol. Optik. p. 277. Leipzig 1867. An allen diesen Stellen ist ein Druckfehler stehen geblieben, da es statt „Milliontheile" eines pariser Zolles" heissen muss „Hundertmilliontel eines pariser Zolles".

**) M. v. Frey und J. v. Kries. Archiv f. Anat. u. Physiol. physiolog. Abtheilung. Jahrgang 1881. p. 336.

***) R. Schelske. Wied. Ann. XVI, 349. 1882.

fenden Theile einer Scala beziehen, auf der vorher die Lage der hervorragenderen FRAUNHOFER'schen Linien bestimmt wurde. Ich benutzte hierbei eine Formel von der Gestalt

$$\lambda = \sqrt{\frac{B}{s - A}},$$

wo λ die Wellenlänge, s den Scalentheil und A und B zwei Constanten bezeichnen, welche für das zwischen den nächsten beiden FRAUNHOFER'schen Linien gelegene Intervall mit Hülfe der für diese gemachten Angaben zu berechnen sind. Eine Interpolation dieser Art ist hinreichend genau, da sie, selbst über ein grösseres Intervall ausgedehnt, die Lage der zwischenliegenden Linien in ziemlicher Uebereinstimmung mit der Beobachtung ergiebt. Für kleinere Intervalle dürfen wir sie daher umsomehr als anwendbar erachten.

Die in solcher Weise erhaltenen Resultate sind nun folgende:

1) Farbensystem des Hrn. v. HELMHOLTZ:

656,2 $\mu\mu$	complementär zu	492,1 $\mu\mu$
607,5 -	- -	489,7 -
585,3 -	- -	485,4 -
573,9 -	- -	482,1 -
567,1 -	- -	464,5 -
564,4 -	- -	461,8 -
563,6 -	- -	433.— -

2) Farbensystem des Hrn. v. FREY*):

656,2 $\mu\mu$	complementär zu	485,2 $\mu\mu$
626.— -	- -	484,6 -
612,3 -	- -	483,6 -
599,5 -	- -	481,8 -
587,6 -	- -	478,9 -
586,7 -	- -	478,7 -
577,7 -	- -	473,9 -
572,8 -	- -	469,3 -

*) Hier habe ich ebenso wie bei dem Farbensystem des Hrn. v. Kries nur die auf weisses Wolkenlicht bezüglichen Messungen angegeben. Die mit Benutzung von blauem Himmelslicht erhaltenen Werthe weichen um ein Geringes ab.

570,7 $\mu\mu$	complementär zu	464,8 $\mu\mu$
569.— -	-	- 460,4 -
568,1 -	-	- 452,1 -
566,3 -	-	- 440,4 -
566,4 -	-	- 429,5 -

3) Farbensystem des Hrn. v. Kries:

656,2 $\mu\mu$	complementär zu	492,4 $\mu\mu$*)
626.— -	-	- 492,2 -
612,3 -	-	- 489,6 -
599,5 -	-	- 487,8 -
587,6 -	-	- 484,7 -
579,7 -	-	- 478,7 -
577.— -	-	- 473,9 -
575,5 -	-	- 469,3 -
572,9 -	-	- 464,8 -
571,1 -	-	- 460,4 -
571.— -	-	- 452,1 -
570,4 -	-	- 440,4 -
570,1 -	-	- 429,5 -

Eine in der bekannten Weise ausgeführte graphische Aufzeichnung dieser Zahlen zeigt,

1) dass für jeden der drei Beobachter die Punkte mit ziemlicher Genauigkeit auf einer glatten Curve liegen; am besten ist dieses bei Hrn. v. Frey der Fall, und

2) dass die Abweichungen zwischen den Resultaten dieser drei Beobachter wohl sämmtlich auf der Verschiedenheit ihrer Farbensysteme beruhen, da die Bestimmungen des Hrn. v. Helmholtz, die nach einer anderen Methode gemacht sind, weniger von jeder der beiden anderen Versuchsreihen abweichen, als diese, welche nach derselben Methode ausgeführt sind, unter sich.

*) Hier ist ein in der Angabe des Scalentheiles unzweifelhaft vorhandener Druckfehler corrigirt (15,05 habe ich ersetzt durch 10,05).

No. 10. **Sitzung vom 27. Juni** **1884.**

Ausgegeben am 10. Juli.

Vorsitzender: Hr. Kirchhoff.

Hr. **A. König** beschrieb

eine bisher noch nicht bekannte subjektive Gesichtserscheinung.

Wenn ich morgens in einem halbdunklen Zimmer aufwache, so bemerke ich manchmal vor dem Oeffnen der Augenlider das Gesichtsfeld mit regelmässigen, durch breite schwarze Linien von einander abgegrenzten Sechsecken ausgefüllt. Sowohl die horizontal liegenden, wie die von rechts oben nach links unten gehenden dieser schwarzen Linien haben nach unten einen ziemlich breiten gelben Saum. Innerhalb jedes Sechseckes befindet sich ein schwarzer Punkt, der aber im Gegensatze zu der äusserst regelmässigen Gestalt der Felder nur in einzelnen Fällen in der Mitte des Sechseckes liegt. Der Untergrund dieser Zeichnung ist dunkelgraublau; doch ich vermag nicht sicher zu entscheiden, ob der blaue Ton nicht vielleicht nur Contrast zu den erwähnten gelben Streifen ist. Es ist aber auch möglich, dass die letzteren in Wirklichkeit weiss sind und allein durch Contrast gelb erscheinen.

Nach dem Rande des Gesichtsfeldes hin wird die Zeichnung undeutlich und geht in etwa 30° Abstand vom Fixationspunkt in ein gleichmässiges Grau über, in dem ich keine Abgrenzungen mehr unterscheiden kann. Die Abnahme der Deutlichkeit ist nach allen Richtungen gleichmässig.

Da die Erscheinung verschwindet, sobald ich die Augenlider öffne, so ist es unmöglich einen äusseren Anhaltspunkt für die Grösse des Durchmessers der Sechsecke zu finden. Ich schätze den Durchmesser jedoch auf etwa 1°. Da einem solchen Gesichtswinkel eine lineare Ausdehnung von ca. 0,25 mm auf der Retina entspricht, so ist der sich leicht aufdrängende Gedanke, dass die ganze Erscheinung eine entoptische Wahrnehmung der

Zellen des Pigmentepithels der Retina sein könnte, unbedingt zurückzuweisen.

Leider ist es mir bisher unmöglich geblieben eine Erklärung für meine Beobachtung zu finden und es wäre wünschenswerth zu erfahren, ob von anderen Personen dieselbe Erscheinung schon wahrgenommen ist.

Hr. **Neesen** trug vor über die Regulirungssysteme für den Strom elektrischer Maschinen.

Separatabdruck aus den „Fortschritten der Physik".
Druck und Verlag von Georg Reimer in Berlin.

Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin.

No. 11. **Sitzung vom 24. Oktober** **1884.**

Ausgegeben am 11. November.

Vorsitzender: Hr. Du Bois-Reymond.

Hr. **A. König** sprach

Ueber ein vereinfachtes Leukoskop. (Ophthalmo-Leukoskop.)

Die Beobachtungen, welche ich bisher mit dem von Hrn. von Helmholtz construirten Leukoskope*) an sog. „Rothblinden" und „Grünblinden" gemacht habe und deren Hauptergebniss theilweise bereits veröffentlicht ist**), lassen das Leukoskop als ein zur Diagnose der „Farbenblindheit" geeignetes Instrument erscheinen. Zu einer Einführung in die Kreise der praktischen Ophthalmologen stand aber der theure Preis des Apparates hindernd im Wege. Mehrfachen Aufforderungen nachkommend, habe ich daher einen Apparat construiren lassen, der im Princip sich vollständig an das Helmholtz'sche Leukoskop anschliesst, aber

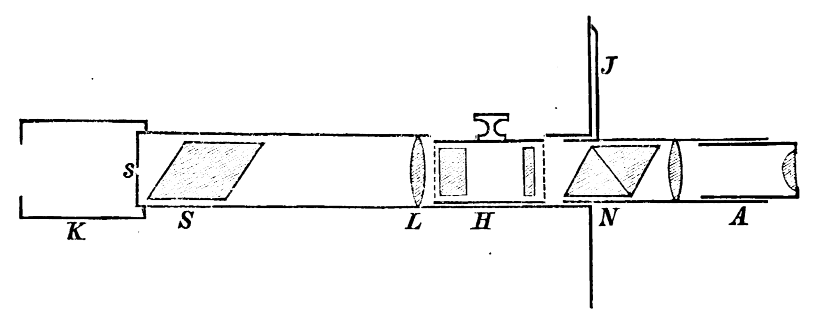
*) Vgl. diese Verhandlungen vom 3. Febr. 1882 und A. König. Wied. Ann. XVII, 990. 1882.

**) In diesen Verhandlungen vom 2. März 1883 S. 24 (Anmerkung) und A. König, Wied. Ann. XXII, 569 (Anmerkung 2) 1884 und Gräfe's Archiv f. Ophthalm. XXX. (2) S. 158 (Anm. 1) 1884.

nur die für den genannten Zweck unbedingt nothwendigen Bestandtheile enthält*).

Es hat sich ergeben, dass „Farbenblinde“ für jede beliebige 2 mm übersteigende Quarzdicke durch passende Einstellung des Okularnicols Gleichheit der beiden Felder erzielen können, wenn der Objektivnicol auf 45° steht. Es ist demnach der letztere hier überflüssig und ebenso auch der vor dem Spalt liegende eine der beiden Doppelspathe, weil man leicht eine gleichmässige Erleuchtung der beiden Felder erzielen kann, sobald man die Objektivlinse entfernt. (Ich habe dieses bereits früher bei meinen Beobachtungen über das Licht der Glühlampen immer gethan.)

Die Construktion des Ophthalmo-Leukoskopes ist aus nebenstehender Skizze leicht ersichtlich.



K ist eine grosse Hülse, welche dazu dient, seitlich auffallendes Licht von

s dem Spalte abzuhalten.

S = Doppelspath.

L = Linse, deren Brennpunkt in *s* liegt.

H = einschiebbare Hülse, in welche je eine Quarzplatte von 5 mm oder 10 mm oder beide zugleich eingesetzt werden können. Man ist dadurch im Stande, zwischen drei Quarzdicken beliebig wechseln zu können, um sich vor absichtlich falschen Angaben der zu prüfenden Personen zu sichern. Die übrigen Theile

N = Okularnicol

*) Der in der Sitzung vorgezeigte Apparat dieser Art ist in der Werkstatt von Fr. Schmidt u. Hänsch in Berlin (S. Stallschreiberstr. 4) angefertigt und von dort zum Preise von M. 85 zu beziehen.



J = Index
A = astronom. Fernrohr

sind genau den entsprechenden Theilen des Helmholtz'schen Leukoskopes gleich.

Ein „Farbenblinder“ kann sowohl bei einfallendem Gaslicht als auch bei Sonnenlicht (am besten ist das diffuse Licht des bedeckten Himmels zu benutzen) durch passende Einstellung des Okularnicols Gleichheit beider Felder bei Einschaltung der drei hier möglichen Quarzdicken erzielen; ein Besitzer eines normalen Farbensystems niemals.

Es wäre wünschenswerth, dass in weiten Kreisen Beobachtungen mit dem Ophthalmo-Leukoskop an „Farbenblinden“ vorgenommen, und die durch Ablesung an dem Index J erhaltenen Angaben veröffentlicht würden, damit man einen endgültigen Entscheid darüber gewänne, ob die von mir bisher an etwa 50 Individuen gefundene scharfe Trennung zwischen „Rothblinden“ und „Grünblinden“ sich überall bestätigte oder ob Uebergänge zwischen beiden Klassen, wenn auch in sehr geringer Anzahl, vorhanden sind.

Hr. **Neesen** machte darauf eine Mittheilung über den Einfluss der Magnetisirung auf das Leitungsvermögen von Eisenvitriollösung. Die in der Nr. 1. 1884 dieser Verhandlungen beschriebenen Versuche wurden mit einem zweckmässigeren Galvanometer wiederholt. Dabei ergab sich, dass wenn die Röhre, welche das Eisenvitriol enthielt, senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien steht, keine Einwirkung der Magnetisirung auf das Leitungsvermögen zu erkennen war, dass dagegen wenn die Längsrichtung der Röhre parallel den magnetischen Kurven war, ein kleiner Einfluss vorhanden schien und zwar in dem Sinne, dass durch die Magnetisirung das Leitungsvermögen verbessert wurde, also entgegengesetzt wie bei dem festen Eisen.

Hr. **Kayser** machte Mittheilung über einen merkwürdigen vierfachen Blitzstrahl, der von ihm im Sommer photographisch aufgenommen wurde. Die Photographie wurde gezeigt.

Hr. **Eilhard Wiedemann** (auswärtiges Mitglied, aus Leipzig) trug vor:

Ueber Colloide.

Um einen Einblick in die Constitution der wasserhaltigen Colloide zu gewinnen, habe ich theils im Verein mit Hrn. Lüdeking aus St. Louis, theils allein eine Reihe von Versuchen angestellt.

Zunächst wurde untersucht, ob bei der Wasseraufnahme durch Colloide, wie Gelatine, Stärke, Eiweiss, Gummi etc. eine Wärmeentwicklung oder Absorption eintritt. Dabei ergab sich, dass zunächst eine Wärmeentwicklung, eine Art Hydratationswärme auftrat, der dann eine negative Lösungswärme folgt. Besonders deutlich zeigte sich dies bei der Gelatine. Feste Gelatine bei gewöhnlicher Temperatur mit Wasser übergossen, gab stets eine starke Wärmeentwickelung, diese gewässerte, aufgequollene Gelatine oberhalb 40° in Wasser gelöst lieferte aber eine beträchtliche Abkühlung. (Die speciellen Anordnungen der Versuche werden in der vollständigen Arbeit beschrieben werden.) Die Aufnahme des Wassers durch Gelatine entspricht bis zu einem gewissen Grade der Bindung desselben bei festen Salzen als Krystallwasser.

Die von fester Gelatine aufgenommene Wassermenge, das Quellungswasser, steigt ziemlich schnell mit der Temperatur, sie beträgt bei 1° 2,43 g, 9° 3,48 g, 20° 6,28 g, 30,2° 9,48 g. Das Schmelzen wasserhaltiger Gelatine fand bei 35° C. statt.

Versuche mit amorphem Gerstenzucker und krystallinischem Rohrzucker, amorpher und krystallisirter Weinsäure gaben für die amorphen Modificationen positive, für die krystallinischen negative Wärmetönungen.

Die Coagulation von Eiweiss und Kieselsäure ist von beträchtlichen Wärmeentwicklungen begleitet.

Entsprechend der positiven Wärmetönung bei der Wasseraufnahme durch Gummi zeigten Gummilösungen auch eine geringere Spannkraft als reines Wasser, entgegen den Angaben von GUTHRIE.

Bei Untersuchungen über die elastischen Dehnungen von wasserhaltigen Gelatinestäben ergab sich, dass die Ausdehnung ohne Volumänderungen vor sich geht. Bei unendlich kleinen Dehnungen wäre demnach das Verhältniss von Quercontraction zu Längsdehnung 0,5. — Die Messungen wurden in der von RÖNTGEN angegebenen Weise ausgeführt.

Eine sehr sonderbare Erscheinung trat ein, wenn man durch eine eben geschmolzene Gelatine-Wassermischung eine kleine Schrotkugel fallen und dann dieser andere folgen liess. Die späteren Kugeln bewegten sich fast stets in denselben Bahnen wie die erste. Es müssen also durch diese Molekülgruppen des Colloides zerrissen werden, die sich nicht sogleich wieder aneinander schliessen.

Zum Schlusse noch eine Bemerkung über die Ursache der Doppelbrechung mit verschiedenen Vorzeichen bei colloiden und krystalloiden Körpern, wenn sie gedehnt oder comprimirt werden. Ich möchte vermuthen, dass sie daher rührt, dass bei den Krystalloiden die Doppelbrechung hervorgerufen wird durch eine Annäherung oder Entfernung der Moleküle, während bei den Colloiden die Deformation der sie aufbauenden Tagmen von Einfluss sein dürfte.

Separatabdruck aus den „Fortschritten der Physik“.
Druck und Verlag von Georg Reimer in Berlin.

Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin.

No. 12. **Sitzung vom 7. November** **1884.**

Ausgegeben am 8. December.

Vorsitzender: Hr. Du Bois-Reymond.

Hr. **Neesen** berichtete über den Inhalt der in den letzten Jahren ertheilten Deutschen Reichs-Patente auf Apparate zur Messung der Stärke des elektrischen Stromes.

Hr. **Du Bois-Reymond** berichtete über neue Versuche von Hrn. Kundt über das elektrische Leitungsvermögen von destillirtem Wasser.

No. 13. Sitzung vom 21. November 1884.

Ausgegeben am 8. December.

Vorsitzender: Hr. v. Helmholtz.

Hr. **Neesen** gab Bericht von einem Blitzschlag in die Kirche von Breitenfeld bei Möllm, durch welchen das Triebwerk der Uhr sehr stark magnetisirt wurde, ohne dass weitere Spuren dieses Blitzschlages erkennbar waren.

Hr. **Neesen** zeigte ferner ein ausserordentlich schönes galvanoplastisches Relief aus Eisen vor, verfertigt von Hrn. Schisgal in Petersburg.

Hr. **Lampe** machte folgende Mittheilung:

Einige Zahlenbeispiele für die Anziehung, welche eine homogene Masse auf einen materiellen Punkt nach dem Newton'schen Gesetze ausübt.

Die folgenden Beispiele sind für meine Vorträge über analytische Mechanik gebildet und zum grösseren Theile von meinen Zuhörern berechnet worden.

1. Eine homogene nach dem Newton'schen Gesetze anziehende Masse M möge in Kugelgestalt auf einen Massenpunkt m an der Oberfläche dieser Kugel eine Anziehung ausüben, deren Grösse gleich eins gesetzt werde. Wird dann dieselbe Masse in ein abgeplattetes homogenes Rotationsellipsoid umgeformt, dessen Meridianellipse die Eccentricität $\sin x$ besitzt, so ist die Grösse der Anziehung A dieses Ellipsoids auf den im Pole befindlichen Punkt m:

$$A = 3\cos^{\frac{2}{3}} x \,.\, \sin^{-2} x \,.\, (1 - x \operatorname{cotg} x).$$

Dieser Ausdruck erreicht ein Maximum, wenn

$$x(9 + 5\operatorname{tg}^2 x) = \operatorname{tg} x(9 + 2\operatorname{tg}^2 x),$$

d. h. für $x_0 = 43^0 59'$, nämlich $A_0 = 1{,}02213$. — Setzt man $A = 1$, so folgt ausser $x = 0$ die Wurzel $x_1 = 59^0 4{,}2'$; für $A = \frac{1}{2}$ ist $x_2 = 85^0 18'$ (2,33″). Wächst die Eccentricität der Meridianellipse von 0 bis 1, so nimmt die Anziehung also zunächst zu von 1 bis zum Maximum A_0, nimmt dann ab, erreicht für $x = x_1$ denselben Werth wie für $x = 0$ (die Kugel), für $x = x_2$ einen halb so grossen Werth, wird endlich Null für $\sin x = 1$. Das Maximum A_0 der Anziehung kommt der grössten Anziehung*)

$$\sqrt[3]{1{,}08} = 1{,}025\,986$$

sehr nahe, welche durch die Masse M überhaupt ausgeübt werden kann.

2. Die Masse M werde in die Gestalt eines verlängerten Rotationsellipsoides gebracht, dessen Meridianellipse die Eccentricität $\sin x$ besitzt; der Massenpunkt m befinde sich wieder im Pole des Körpers, so ist die Intensität der Anziehung

$$A = 3\cos^{\frac{4}{3}} x . \sin^{-2} x . (-1 + \sin^{-1} x \operatorname{lognat} \operatorname{tg}(\tfrac{1}{4}\pi + \tfrac{1}{2}x)).$$

Dieselbe nimmt stetig ab, wenn $\sin x$ zunimmt, hat z. B. den Werth $\frac{1}{2}$ für $x = 78^0\,6{,}76'$.

3. Die Masse M habe die Gestalt eines Kreiscylinders, bei welchem das Verhältniss des Radius r der Basis zur Höhe h, also $\frac{r}{h}$ gleich x sei. Dann ist

$$A = \sqrt[3]{\frac{9}{2x^2}} \cdot (1 + x - \sqrt{1 + x^2}).$$

Dieser Ausdruck hat für

$$x_0 = \tfrac{1}{8}(9 - \sqrt{17}) = 0{,}609\,61$$

---

*) Vergl. Gauss, Princ. gen. theor. fig. fluid. in statu aequil. (1829); Ges. Werke V, 31: „Constat, maximam attractionem, quam massa homogenea data in punctum datum secundum illam legem exercere potest, esse ad attractionem, quam eadem massa in figuram sphaericam redacta exercet in punctum in superficie positum, ut 3 ad $\sqrt[3]{25}$." Die eigenthümliche Fassung dieser kurzen Anmerkung, die meist als Quelle für den betreffenden Satz citirt wird (z. B. bei Jullien und Schell), lässt vermuthen, dass dieses Theorem älter ist. Im Poggendorff'schen Wörterbuche steht, unter John Playfair der Titel einer Abhandlung „On the solid of greatest attraction" (Tr. Edinb. Soc. VI, 1809); diese konnte ich mir aber bisher nicht verschaffen.

ein Maximum $A_0 = 1{,}006\,82$. Dagegen ist $A = 1$, wenn

$$1) \quad x_1 = \tfrac{3}{4} = 0{,}75,$$

$$2) \quad x_2^{\frac{1}{3}} = -\tfrac{1}{3}\sqrt[3]{\tfrac{3}{4}} + \sqrt[6]{\tfrac{4}{3}}\sqrt{\tfrac{13}{12}},$$

d. h. $x_2 = 0{,}491\,356$. Wenn demnach $r:h = x$ von Null bis Unendlich wächst, so nimmt die Attraktion von Null an zu, ist für x_1 gleich der Kugelanziehung, hat ihr Maximum für x_0, nimmt ab und ist zum zweiten Male gleich der Kugelanziehung für x_2 und wird zuletzt Null für ein unendlich grosses x.

4. Die Masse M habe die Gestalt eines Kreiskegels, bei welchem der Winkel zwischen der Seite und der Axe gleich x sei; der Massenpunkt m befinde sich in der Spitze des Kegels:

$$A = 12.2^{-\frac{1}{3}}.\sin^2\tfrac{1}{2}x.\text{cotg}^{\frac{2}{3}}x.$$

Dieser Werth erreicht ein Maximum für

$$x = \arccos\left(-\tfrac{1}{2} + \sqrt{\tfrac{11}{12}}\right) = 62^\circ\,46{,}7',$$

nämlich $A_0 = 0{,}82941$, ist aber Null für $x = 0$ und $x = \frac{1}{2}\pi$.

5. Ein homogener Kreiskegel zieht einen Massenpunkt m mit derselben Intensität in der Spitze wie im Mittelpunkte der Basis an. Den Winkel x zwischen der Seite und der Axe zu bestimmen. — Man findet diesen Winkel aus der Gleichung:

$$\cos x - \sin x + \sin^2 x.\text{lognat}\{\text{cotg}\tfrac{1}{2}x.\text{cotg}(\tfrac{1}{4}\pi - \tfrac{1}{2}x)\} = 1,$$

nämlich $x = 57^\circ\,39{,}7'$.

6. Ein bequemes Beispiel, um beim Unterrichte die Grösse der Newton'schen Gravitation zu veranschaulichen, ist die Anziehung einer Wasserkugel vom Durchmesser 1 m auf einen Punkt ihrer Oberfläche. Setzt man die mittlere Dichte der homogen und kugelförmig gedachten Erde gleich $5\frac{1}{2}$, ihren Umfang gleich 4.10^7 m, $\pi = 3\frac{1}{7}$, so folgt die Anziehung der Erde auf einen Punkt an ihrer Oberfläche siebzig Millionen mal so gross wie die der Wasserkugel (im Gewichte von 523,6 kg) auf denselben Punkt an ihrer Oberfläche.

Hr. **Landolt** machte Mittheilungen über: 1) eine Sublimationsvorrichtung. Dieselbe besteht aus einer ca. 150 mm langen und 18 mm weiten unten geschlossenen Röhre aus Platin,



durch welche mittelst zweier eingeführter Glasröhren Wasser fliessen gelassen wird. Beim Einsenken in einen weithalsigen Kolben, welcher die erhitzte Substanz enthält, sublimirt diese an die Aussenseite der Röhre und kann nachher sehr leicht abgelöst werden. Das Verfahren eignet sich namentlich für leicht flüchtige Körper. Bei der Sublimation schwer flüchtiger Substanzen, welche in einem Platin- oder Porzellantiegel erhitzt werden, ist es nöthig den herausragenden Theil der Röhre durch einen Schirm aus Blech oder Asbestpappe vor den aufsteigenden Flammengasen zu schützen, indem sich sonst beträchtliche Mengen von Wasser an demselben condensiren. Die Herstellung des Sublimationsrohres aus Glas hat sich als ungeeignet erwiesen, indem leicht Springen eintritt. — 2) eine Natriumlampe für Polarisationsapparate, bestehend aus einem Muencke'schen Brenner, über dessen Kamin zwei auf Platindrähte aufgerollte Stücke Platindrahtnetz gelegt sind, die man mit geschmolzenem Kochsalz getränkt hat. Die Lampe befindet sich innerhalb eines weiten Schornsteins aus Eisenblech, welcher mit runder Oeffnung für den Austritt des Lichtes versehen ist. Die Flammenfärbung ist intensiv und gleichförmig. — 3) über ein von Mechaniker Fuess angefertigtes Kathetometer, welches anstatt der Metallskala eine solche von Glas trägt und mittelst eines gläsernen Nonius im durchfallenden Lichte abgelesen wird.

Der Gesellschaft wurden von Seiten der Gesellschaften, der Verfasser resp. Verleger folgende Werke überreicht:

Die chemische Theorie der sekundären Batterien (Accumulatoren) nach Planté und Favre. Von Dr. J. H. Gladstone und Tribe. Aus dem Englischen von Dr. Rd. Reichenbach. Wien, Pest, Leipzig. Hartlebens Verlag. 1884. 1—70.

W. Huggins. On some Results of Photographing the Solar Corona without an Eclipse. Southport Meeting of the Brit. Assoc. for adv. of Scienc. 1883.

— — On a Method of photographing the Solar Corona without an Eclipse. Proc. Royal Soc. No. 223. 1882.

W. v. Bezold. Ueber zündende Blitze im Königreich Bayern während des Zeitraums 1853—1882. Abh. d. k. bayr. Akad. d. Wiss. II. Cl. XV. Bd. I. Abth. München. 1884. 4°.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indië, uitgegeven door de Koninklijke natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch Indië onder Redactie v. Dr. H. Onnen. Deel XLII. (8) III. Batavia. 1883.

Veröffentlichungen des statistischen Amts der Stadt Berlin (fortlaufend). 1884.

Geschichte der Physik von Aristoteles bis auf die neueste Zeit von Aug. Heller, Prof. in Budapest. II. Bd. Von Descartes bis Robert Mayer. Stuttgart. Verlag von F. Encke. 1884. p. 1—753.

Dechant. Notiz über Elektricitätserregung beim Filtriren von Quecksilber. Separatabdr. Exner Rep. d. Phys.

W. Voigt. Das G. Kirchhoff'sche Prinzip und die Theorie der Reflexion und Brechung an der Grenze circularpolarisirender Medien. (Abdr. Ann. d. Phys. (2) XXI.)

— — Ueber den Durchgang des Lichts durch eine planparallele Schicht eines circularpolarisirenden Mediums. (Abdr. Ann. d. Phys. XXII.)

— — Zur Geschichte der Nobili-Guébhard'schen Ringe. (Abdr. Ann. d. Phys. XXI.)

— — Ueber die Verzögerung, welche beim Durchgang des Lichtes durch eine Platte eintritt, und über einige darauf gegründete Apparate. (Abdr. Ann. d. Phys. XXII.)

— — Theorie der optischen Eigenschaften der Metalle. (Abdr. aus Götting. Nachr. 1884. No. 6.)

O. Schumann. Ueber die Farbe und Helligkeit des elektrischen Glühlichts. (Elektrot. Zeitschr. 1884. Mai.)

Arthur Sartori. Ueber das Strömen des Wassers durch beliebig gebogene Röhren. Dissertation. Breslau. 1884.

Hugo Meyer. Ueber eine neue Anordnung des Messdrahtes in der Wheatstone-Kirchhoff'schen Brückencombination. (Abdr. Ann. d. Phys. u. Ch. XXII.)

— — Erwiderung auf die Bemerkungen des Herrn A. v. Walten-

HOFEN zu meinen Untersuchungen über die Magnetisirungsfunktion des Stahles. (Abdr. Ann. d. Phys. u. Chem. XXII.)

EDM. RIECKE. Ueber die elektrodynamische Knotenlinie. (Nachr. d. k. Ges. Wissensch. zu Göttingen 1884. No. 7.)

A Centenary of Science in Manchester by R. A. SMITH. London b. Taylor and Francis 1883. 1—475.

La Cosmite ou la Révolution scientifique publiée par PIERRE PICARD. Paris. 1884.

Bibliographie générale de l'Astronomie ou Catalogue méthodique des ouvrages des Mémoires et des Observatoires astronomiques publics depuis l'origine de l'imprimerie jusqu'en 1880 par J. HOUZEAU et LANCASTER. II. Mémoires et Notices. Bruxelles. X. Havermans. 1882.

Annales de l'Observatoire Royal de Bruxelles Appendice à la nouvelle série des Annales astronomiques. Vademecum de l'Astronomie par J. C. HOUZEAU. Bruxelles. F. Hayes. 1882.

Von der Stadt Berlin: Die Bewegung der Bevölkerung der Stadt Berlin 1869 bis 1879. Berlin bei Simion 1884.

HILDEBRAND HILDEBRANDSSON. Bulletin Mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal. XV. 1883. Upsal.

Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern unter Berücksichtigung der Gewittererscheinungen im Königreich Württemberg, herausgegeben von der Königl. meteorol. Centralstation durch Dr. W. v. BEZOLD (T. O.) und Dr. C. LANG (T. O.). München b. Ackermann. Jahrg. V. H. 1 bis 46.

R. OVERBECK. Beiträge zu den Untersuchungen über Entstehung thermoelektrischer Ströme in einem aus derselben Substanz bestehenden continuirlichen Leiter. (Abdr. WIEDEM. Ann. XXII.)

S. PAGLIANI e LUIGI PALAZZO. Sulla compressibilità dei Miscogli di Alcool Etilico ed Acqua. Studio Sperimentale. Torino, Ermanno Loescher. 1884. 8°. 1—21.

— — e G. VICENTINI. Sulla compressibilità dei liquidi ed in particolare del l'acqua. Torino 1884. 8°. 1—31.

A. König. Zur Kenntniss dichromatischer Farbensysteme. Broschüre. 8°. 1—16.

— — und Conr. Dieterici. Ueber die Empfindlichkeit des normalen Auges für Wellenlänge-Unterschiede des Lichts. Broschüre. 8°. 1—14.

J. Wagner. Tabellen der im Jahre 1882 bestimmten physikalischen Constanten chemischer Körper. Leipzig b. Barth. 8°. 1—58.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures. Publiés sous l'autorité du Comité International par le directeur du bureau. III. 4°. Paris. Gauthier-Villars. 1884.

Jahrbuch des Königl. sächsischen Meteorologischen Instituts 1883. Zweite Lieferung, Abtheilung I u. II. Leipzig bei Teubner. 1883. gr. 4°. Theil III enthält: Bericht über die Organisation des Instituts bis Ende 1883, über die Hauptresultate aus den Beobachtungen in den Jahren 1882 und 1883 sowie aus den Prüfungen der im Jahre 1883 gestellten Prognosen, erstattet vom Direktor Dr. P. Schreiber in Chemnitz. Chemnitz 1884. Selbstverlag des meteorologischen Instituts.

P. Schreiber. Dekadenberichte des königl. sächsischen meteorologischen Instituts im Jahre 1883. Nebst Beilagen enthaltend die Resultate der Prüfung der im Jahre 1883 für das Königreich Sachsen auf den folgenden Tag gestellten Witterungsprognosen.

Albert Riggenbach. Historische Studie über die Entwicklung der Grundbegriffe der Wärmefortpflanzung. Wissenschaftliche Beilage zum Baseler Gymnasialprogramm. Basel 1884.

Ch. Montigny. De l'influence de l'état de l'atmosphère sur l'apparition des couleurs dans la scintillation des étoiles au point de vue de la précision du temps. Bruxelles, avril 1884. 8°. 1—10.

Festrede aus Veranlassung von Bessel's hundertjährigem Geburtstage, gehalten in der Sitzung der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg in Preussen am 5. Juni 1884 von J. Franz. Seperatabdr. aus d. Schrift. d. phys. ökon. Ges. zu Königsberg. XXV. 1884. Königsberg in Preussen.

W. Voigt. Zur Theorie der Absorption des Lichtes in Krystallen. Göttinger Nachr. 1884. No. 9, p. 337—363. gr. 8°.

J. Roth. Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine, gestützt auf die von 1879 bis 1883 veröffentlichten Analysen. Abhandlungen d. Königl. Pr. Akademie d. Wissenschaften zu Berlin i. J. 1884. Berlin 1884. 4°. 1—54 u. I bis LXXXVIII.

H. Krüss. Eine neue Form des Bunsenphotometers. Separat-Abdr. aus d. Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins. Hamburg-Altona. VIII. Abt. I. 1884.

— — Verwerthung der Resultate photometrischer Messungen. Mathem. Ges. in Hamburg.

— — Lichtmessung an elektrischen Lampen. Elektrot. Zeitschr. 1884. No. 8.

J. Friess. „Prokop Divisch", ein Beitrag zur Geschichte der Physik. Programm der K. K. Staatsoberrealschule in Olmütz. Veröffentlicht am Schlusse des Schuljahrs 1883/84.

J. Weingarten. Ueber die Theorie der auf einander abwickelbaren Oberflächen. Separatabdr. aus d. Festschrift der Königl. technischen Hochschule zu Berlin. 1884.

J. A. Groshans. Sur les corps isomorphes par rapport à „La Loi nouvelle". Leide. A. W. Sitjoff. 1884.

Jahresbericht über die Beobachtungsergebnisse der forstlich meteorologischen Stationen. Herausgegeben v. Dr. A. Müttrich. Jahr 1883. Berlin bei Springer. 1884.

H. W. Vogel. Ueber die Photographie farbiger Gegenstände in den richtigen Tonverhältnissen. Festschrift zur Eröffnung d. neuen technischen Hochschule zu Charlottenburg.

H. F. Wiebe. Ueber den Einfluss der Zusammensetzung des Glases auf die Nachwirkungs-Erscheinungen bei Thermometern. Sitzungsb. d. K. Pr. Ak. d. Wiss. 1884. No. 36.

F. Uppenborn. Das internationale elektrische Maasssystem im Zusammenhange mit anderen Maasssystemen. 2. Aufl. München und Leipzig bei Oldenbourg. 1884.

Nachweisung der Resultate der Geschäftsthätigkeit der Aichämter im Deutschen Reiche excl. Bayern, während des Jahres 1882.

Herausgegeben von d. Kaiserlichen Normalaichungscommission. Berlin 1884.

S. P. Langley. On the Amount of the Atmospheric Absorption. Aus Amer. J. of Sc. XXVIII.

F. Narr. Ueber das Eindringen der Elektricität in Gase. Abdr. aus Ann. d. Phys. u. Chem. XXII.

Statistisches Jahrbuch der Stadt Berlin. X. Jahrgang. Statistik des Jahres 1882. Herausgegeben von R. Böckh. Berlin. 1884. (Seitens des Magistrats.)

R. Hoppe. Bemerkung über den Aufsatz von Vályi.

— — Moment der gegenseitigen Anziehung der begrenzten Schenkel eines Winkels.

— — Krümmungslinien in den Nabelpunkten von Flächen.

— — Ein Problem über berührende Kugeln.

— — Ueber ein Problem der Curventheorie.

— — Bedingung einer Canalfläche nebst einigen Bemerkungen an Canalflächen.

L. Boltzmann. Ueber eine von Herrn Bartoli entdeckte Beziehung der Wärmestrahlung zum zweiten Hauptsatze. Abdr. Ann. d. Phys. XXII. 1884.

Lender. Kräfte und Stoffe der freien Luft. Deutscher Reichsanzeiger 1884. 3. Nov.

A. M. Möller. Principerna för Normal Klangförg och Klangförvandtskap. Akademisk Afhandling. Lund 1875.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Jahrg. 1883. H. 1—3—9. Berlin b. Parey 1884. (Durch Herrn Prof. Karsten.)

Seitens des statistischen Amts von Berlin: Veröffentlichungen des statistischen Amts der Stadt Berlin. 1884. 49. 50.

Beobachtungsergebnisse der forstlich-meteorologischen Stationen, herausgegeben von Dr. A. Müttrich. X. Jahrgang. Jan. bis Juni. 1884.

L. Boltzmann. Ueber die Eigenschaften monocyklischer und anderer damit verwandter Systeme. Abdr. aus Wien. Sitzber. (2) Abth. 1884. Juli.

L. Boltzmann. Ableitung des Stefan'schen Gesetzes betreffend die Abhängigkeit der Wärmestrahlung von der Temperatur aus der elektromagnetischen Lichttheorie. Abdr. aus den Ann. d. Phys. 1884.

— — Ueber das Arbeitsquantum, welches bei chemischen Verbindungen gewonnen werden kann. Abdr. aus Wien. Ber. LXXXVIII. Oct. 1883.

Chemiker-Kalender 1885. Von Rudolf Biedermann. VI. Jahrg. mit Beilage. Berlin 1885. Verlag von Julius Springer.

Die Elektricität im Dienste der Menschheit (populäre Darstellung der elektrischen und magnetischen Naturkräfte und ihrer praktischen Anwendungen). Nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft, bearbeitet von Dr. v. Urbanitzky. Hartlebens Verlag 1884. Lief. 16—20. (à 0,60 M.)

Zeitschrift zur Förderung des physikalischen Unterrichts, herausgegeben und redigirt vom physikalisch-technischen Institut Lisser und Benecke. 1884. I. Jahrgang. October-Heft 1. Berlin 1884. Verl. Lisser und Benecke Inselstrasse 6.

Schwalbe.

Separatabdruck aus den „Fortschritten der Physik".
Druck und Verlag von Georg Reimer in Berlin.

Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin.

No. 14. Sitzung vom 19. December 1884.

Ausgegeben am 14. Januar 1885.

Vorsitzender: Hr. Du Bois-Reymond.

Hr. **Lampe** trug vor:

Litterarische Bemerkung zu den Zahlenbeispielen über Attraction, welche in der Sitzung vom 21. November mitgetheilt wurden.

Auf p. 47 der „Verhandlungen d. phys. Gesellschaft" habe ich die Vermuthung ausgesprochen, der Körper grösster Anziehung sei vor der Gauss'schen Abhandlung über Capillarität bekannt gewesen, und ich habe ausserdem auf eine Abhandlung von Playfair als die Arbeit hingewiesen, wo der Körper wohl zuerst behandelt sei. Hr. Rosochatius hat die Güte gehabt mich zu benachrichtigen, dass die Trans. of the Edinb. Soc. in der

Königlichen Bibliothek vorhanden seien, und dass meine Vermuthung das Richtige getroffen habe. Auch ich habe inzwischen diese Abhandlung gelesen und kann darüber wie folgt berichten. Der vollständige Titel ist:

Of the Solids of Greatest Attraction, or those which among all the Solids that have certain Properties, Attract with the greatest Force in a given Direction. By John Playfair, F. R. S. Lond. and Edin. and Professor of Natural Philosophy in the University of Edinburgh.

[Read 5th January 1807.]

Sie steht abgedruckt p. 187—243 in: Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. VI. Part II. Edinburgh 1809.

In den ersten acht Abschnitten behandelt Playfair die Eigenschaften des Körpers grösster Anziehung, eines Rotationskörpers um die x-Axe, dessen Meridiancurve die Gleichung

$$y = x^{\frac{1}{3}}\sqrt{a^{\frac{4}{3}} - x^{\frac{4}{3}}}$$

in rechtwinkligen Coordinaten,

$$r^2 = a^2 \cos\varphi$$

in Polarcoordinaten besitzt. P. 190 schreibt er: The solid so generated may be called the Solid of greatest Attraction; and the line *ACB*, the Curve of equal Attraction. Will man demnach diesem Rotationskörper einen Namen geben, so muss er Körper grösster Anziehung heissen, vielleicht nach seinem Entdecker Playfair's K. g. A. Auf p. 198 (in Abschn. VII) steht ferner: Hence the attraction of the solid *ADBH*, is to that of a sphere equal to it, as $m(\frac{4}{2}\frac{8}{5}\pi^2)^{\frac{1}{3}}$ to $m\left(\frac{16\pi^2}{9}\right)^{\frac{1}{3}}$; that is, as $(27)^{\frac{1}{3}}$ to $(25)^{\frac{1}{3}}$, or as 3 to the cube-root of 25. The ratio of 3 to $\sqrt[3]{25}$, is nearly that of 3 to $3 - \frac{2}{27}$, or of 81 to 79; and this is therefore also nearly equal to the ratio of the attraction of the solid *ADBH* to that of a sphere of equal magnitude. Auf diese Stelle hat Gauss bei Abfassung seiner Note offenbar durch das „Constat“ hingedeutet; doch ist der Grund nicht erkennbar, weshalb er Playfair's Namen bei dieser Gelegenheit nicht genannt hat.

Nach dem Körper grösster Anziehung behandelt PLAYFAIR andere Attractionsprobleme, die unter Voraussetzung eines Körpers von constanter Masse durch Variation eines Parameters, von dem die begrenzende Oberfläche des Körpers abhängt, zu Maximalaufgaben Anlass geben. So werden in XII der Kegel mit grösster Anziehung auf die Spitze, in XIV der Cylinder mit grösster Anziehung auf den Mittelpunkt einer Endfläche, in XVII das abgeplattete Rotationsellipsoid mit grösster Anziehung auf den Pol untersucht, also die von mir unter 4., 3. und 1. mitgetheilten Beispiele, soweit diese die Fragen nach dem Maximum der Anziehung beantworten. Für den Kegel und Cylinder sind meine Resultate mit denen von PLAYFAIR in Uebereinstimmung. Gerade bei der interessantesten Aufgabe aber über das Rotationsellipsoid hat PLAYFAIR infolge eines Fehlschlusses das Vorhandensein eines Maximums nicht erkannt.

Zur Bestimmung desselben ist nämlich die von mir mitgetheilte transcendente Gleichung zu lösen

$$x(9+5\,\mathrm{tg}^2 x) = \mathrm{tg}\,x\,(9+2\,\mathrm{tg}^2 x).$$

Genau diese Gleichung steht auch bei PLAYFAIR; er hat φ statt x und setzt $\mathrm{tg}\,\varphi = t$, schreibt also:

$$\varphi = \frac{t(9+2t^2)}{9+5t^2}.$$

Ueber diese Gleichung bemerkt er:

The value of φ, now found, is remarkable for being a near approximation to any arch of which t is tangent, provided that arch do not exceed 45°. The less the arch is, the more near is the approximation; but the expression can only be considered as accurate when $\varphi = 0$. Dies will er so beweisen. Er entwickelt beide Seiten der Gleichung nach Potenzen von t:

$$\varphi = t - \tfrac{1}{3}t^3 + \tfrac{1}{5}t^5 - \tfrac{1}{7}t^7 + \cdots,$$

$$\frac{t(9+2t^2)}{(9+5t^2)} = t - \tfrac{1}{3}t^3 + \frac{5t^5}{27} - \frac{5^2 t^7}{3.9^2} + \cdots.$$

Darauf schliesst er: The two first terms of these series agree; and in the third terms, the difference is not considerable, while t is less than unity; but the agreement is never entire, unless

$t = 0$, when both series vanish. The attraction, therefore, or the gravitation at the pole of an oblate spheroid, is not a maximum, until the eccentricity of the generating ellipsis vanish, and the spheroid pass into a sphere. Durch Vergleichung correspondirender Glieder zweier convergenten Reihen mit abwechselnden Vorzeichen lässt sich indess kein Schluss auf die Summen beider Reihen gewinnen. Selbst wenn dieser Schluss aber richtig gewesen wäre, so hätte nur gefolgert werden können, dass unter 45^0 keine Wurzel der Gleichung liege. Die Existenz einer solchen erschliesst man jedoch einfach wie folgt. Setzt man in

$$\varphi - \frac{t(9+2t^2)}{9+5t^2}$$

$$\varphi = \tfrac{1}{6}\pi, \text{ so folgt } 0{,}5235988 - 0{,}5232237 > 0,$$
$$\varphi = \tfrac{1}{4}\pi, \text{ so folgt } 0{,}7853982 - 0{,}7857143 < 0.$$

Mithin liegt eine Wurzel der das Maximum bestimmenden Gleichung zwischen $\frac{1}{6}\pi$ und $\frac{1}{4}\pi$. Die Berechnung der von mir gegebenen Wurzel $43^0\,59'$ erfordert allerdings eine öfter wiederholte Anwendung der regula falsi, weil nur die vier letzten Decimalen bei einer Rechnung mit siebenstelligen Tafeln nutzbare Differenzen geben.

Ohne die Arbeit von Playfair zu kennen, habe ich also den in ihr gemachten Fehler inbetreff des abgeplatteten Rotationsellipsoids berichtigt. Es ist mir nicht bekannt, ob dieser Fehler irgendwo bemerkt worden ist. Doch lag derselbe auf der Hand. Nach dem Clairaut'schen Satze ist nämlich die Grösse der Attraction eines Rotationsellipsoides von geringer Abplattung (mit Vernachlässigung der vierten Potenz der Eccentricität) unter der Breite

$$l_0 = \arcsin \tfrac{1}{3}\sqrt{3}$$

gleich derjenigen, die eine Kugel aus gleicher Masse und mit gleichem Centrum ausübt, die durch den angezogenen Punkt geht. Diese Kugel hat aber — mit demselben Grade der Annäherung — auch gleiches Volum mit dem Ellipsoid. Der Parallelkreis l_0 trennt offenbar die Zone, wo die Anziehung grösser ist als auf der Kugeloberfläche, von der Zone, wo die Anziehung kleiner ist. Für das von mir angegebene Ellipsoid mit grösster Anziehung

am Pole ist die Breite l_0 gleich 78° 5,7′; die Anziehung am Aequator 0,963734.

Auch über den Schluss des Abschnittes bei Playfair über das abgeplattete Rotationsellipsoid ist noch eine Bemerkung zu machen. Derselbe lautet: If the oblateness of a spheroid diminish, while its quantity of matter remains the same, its attraction will increase till the oblateness vanish, and the spheroid become a sphere, when the attraction at its poles, as we have seen, becomes a maximum. If the polar axis continue to increase, the spheroid becomes oblong, and the attraction at the poles again diminishes. This we may safely conclude from the law of continuity, though the oblong spheroid has not been immediately considered.

Erstens liegt also das Maximum von A bei $\varphi = 43° 59'$; zweitens giebt die Wurzel $\varphi = 0$ nicht ein Maximum, sondern, weil A eine gerade Function von φ ist, so ist $A = 1$ für $\varphi = 0$ ein Minimum der Function A; drittens endlich ist der Werth von A beim verlängerten Rotationsellipsoide eine andere Function von φ als beim abgeplatteten; folglich ist das Princip der Continuität hier überhaupt nicht anwendbar.

Da bei Playfair gerade das Rotationsellipsoid zu Irrthümern Anlass gegeben hat, so will ich hier noch ein Zahlenbeispiel hinzufügen, das er nicht behandelt hat, nämlich die Attraction eines Rotationsellipsoides auf einen Massenpunkt am Aequator. Als Einheit der Anziehung werde wieder die Anziehung einer gleichen Masse in Kugelgestalt auf denselben Massenpunkt genommen, wenn sich letzterer an der Oberfläche der Kugel befindet; die Eccentricität der Meridianellipse sei gleich $\sin x$.

1. Das verlängerte Rotationsellipsoid. Die Anziehung A am Aequator ist, wenn man t statt $\operatorname{tg} x$ schreibt:

$$A = \frac{3}{2}\,\frac{(1+t^2)^{\frac{1}{3}}}{t^3}\left\{t\sqrt{1+t^2} - l(t+\sqrt{1+t^2})\right\}.$$

Die Gleichung, welche den Werth von x für das Maximum von A giebt, lautet:

$$l(t+\sqrt{1+t^2}) = \frac{9+t^2}{9+7t^2}\, t\sqrt{1+t^2}.$$

Aus ihr berechnet man $x_0 = 38^\circ\, 45{,}1'$ und $A_0 = 1{,}00825$. Setzt man $A = 1$, so findet man ausser $x = 0$ den Werth $x_1 = 52^\circ\, 48{,}3'$. Zu $A = \frac{1}{2}$ gehört $x_2 = 87^\circ\, 51'\, 1{,}76''$. Bei zunehmender Eccentricität der Meridianellipse tritt also zuerst eine schwache Zunahme der Attraction ein, für $x = x_0$ erreicht die Attraction das Maximum A_0; darauf nimmt die Attraction langsam ab, hat für $x = x_1$ den Werth 1, für $x = x_2$ den Werth $\frac{1}{2}$ und nähert sich dann schnell der Endstärke 0.

2. Das abgeplattete Rotationsellipsoid.

$$A = \tfrac{3}{2} \cos^{\frac{2}{3}} x . \sin^{-2} x (x - \sin x \cos x).$$

Diese Function, die für $x = 0$ den Werth 1 hat, nimmt ab, wenn x zunimmt, und erreicht z. B. für $x = 82^\circ\, 54'\, 53''$ den Werth $\frac{1}{2}$.

3. Endlich mögen noch einige numerische Daten über das rechtwinklige Parallelepipedum hinzugefügt werden, das Playfair zwar behandelt, für welches er aber das im Folgenden genau bestimmte Maximum der Attraction nicht aufgesucht hat.

Es seien b und c die Seiten eines homogenen Rechtecks, μ die in der Flächeneinheit enthaltene Masse, m die Masse eines materiellen Punktes; dieser letztere befinde sich auf der Normalen zur Rechtecksebene durch eine Ecke desselben, im Abstande x von dieser Ecke. Dann ist die in diese Normale fallende Componente C der Attraction des Rechtecks auf den Massenpunkt m:

$$C = fm\mu \arcsin \frac{bc}{\sqrt{(b^2+x^2)(c^2+x^2)}},$$

worin f einen von den gewählten Einheiten abhängigen Factor bedeutet.

Ein homogenes rechtwinkliges Parallelepipedum habe die Kanten a, b, c und enthalte in der Volumeinheit die Masse μ; der Massenpunkt m befinde sich auf der Verlängerung der Kante a, im Abstande d von der nächsten Ecke des Parallelepipeds. Die in die Kante a fallende Componente A der Anziehung des Parallelepipeds auf den Punkt m ergiebt sich somit durch die Formel:

$$A = fm\mu \int_d^{d+a} dx . \arcsin \frac{bc}{\sqrt{(b^2+x^2)(c^2+x^2)}},$$

$$= fm\mu \left[x \arcsin \frac{bc}{\sqrt{(b^2+x^2)(c^2+x^2)}} + \frac{c}{2} l \frac{z-b}{z+b} + \frac{b}{2} l \frac{z-c}{z+c} \right]_d^{d+a},$$

wo z statt $\sqrt{b^2+c^2+x^2}$ gesetzt ist. Hieraus erhält man die Anziehung A eines rechtwinkligen Parallelepipeds, dessen Basis ein Quadrat mit der Seite $2b$, dessen Höhe gleich h ist, auf den Massenpunkt m im Mittelpunkte der einen Endfläche:

$$A = 4fm\mu \left[h \arcsin \frac{b^2}{b^2+h^2} + bl \frac{(-b+\sqrt{h^2+2b^2})(1+\sqrt{2})}{(b+\sqrt{h^2+2b^2})(-1+\sqrt{2})} \right].$$

Setzt man noch $\arcsin \frac{b^2}{b^2+h^2}$ gleich x, also

$$\frac{h}{b} = \sqrt{\frac{1-\sin x}{\sin x}},$$

ferner die Anziehung einer Kugel von derselben Masse M, wie sie das Parallelepiped hat, auf den Punkt m an ihrer Oberfläche gleich 1, so folgt:

$$A = \sqrt[3]{\frac{9}{\pi^2}} \cdot \left(\frac{\sin x}{1-\sin x} \right)^{\frac{1}{6}} \left\{ x \sqrt{\frac{1-\sin x}{\sin x}} + 2l \frac{1+\sqrt{2}}{\sqrt{\sin x} + \sqrt{1+\sin x}} \right\}.$$

Zur Bestimmung des Maximum A_0 von A erhält man durch Differentiation dieses Ausdrucks nach x:

$$x \sqrt{\frac{1-\sin x}{\sin x}} = l \frac{1+\sqrt{2}}{\sqrt{\sin x} + \sqrt{1+\sin x}}.$$

Aus dieser Gleichung berechnet man

$x_0 = \arcsin 0{,}22624 = 13^\circ 4{,}55'$, $h:b = 1{,}84395$, $A_0 = 1{,}00029$.

Die beiden Werthe von x, für welche A ebenso gross wie bei der Kugel an ihrer Oberfläche (gleich 1) ist, sind

$$x_1 = \arcsin 0{,}24187 = 13^\circ 59{,}6' \quad (h:b = 1{,}7708)$$

und

$$x_2 = \arcsin 0{,}21122 = 12^\circ 11{,}64' \quad (h:b = 1{,}93247).$$

So lange also das Verhältniss der Höhe h zur Grundkante $2b$ zwischen 0,875 und 0,966 liegt, ist die Attraction des Parallelepipeds (von constanter Masse) auf das Centrum der einen Endfläche nahezu gleich der Anziehung einer Kugel von gleicher Masse auf einen Punkt an ihrer Oberfläche.

Hr. **A. König** sprach dann über eine von ihm und Hrn. **F. Richarz** ersonnene

neue Methode zur Bestimmung der Gravitationsconstante.

Die älteren Versuche zur Bestimmung der Gravitationsconstante resp. der mittleren Erddichte benutzten das Pendel oder die Drehwaage als Messinstrumente. Die durch die Nähe eines Berges verursachte Ablenkung des Pendels von der Lothlinie lässt sich zwar mit grosser Genauigkeit bestimmen, aber die Masse des Berges und insbesondere die Massenvertheilung im Innern desselben kann im günstigsten Falle nur einer genauen Schätzung unterzogen werden. An derselben Fehlerquelle leiden auch die Beobachtungen über den Unterschied in der Länge eines Sekundenpendels auf der Erdoberfläche und auf der Sohle eines Bergwerkes. Man kennt wohl die Massenvertheilung und Dichte der von den Schachten grade durchbohrten Schichten, weiss aber nicht sicher, wie weit sich diese Schichten in ungeänderter Dicke seitwärts fortsetzen.

Die mit der Drehwaage angestellten Versuche leiden alle an dem Uebelstand, dass eine wirkliche Ruhelage des Pendels niemals zu bestimmen war. Bei der bisher ausschliesslich benutzten unifilaren Aufhängung wird durch Temperaturänderungen der innere molekulare Spannungszustand des Aufhängedrahtes in ganz unberechenbarer Weise beeinflusst und man kann nur aus sehr vielen Beobachtungen das Mittel nehmen, um zu einigermaassen zuverlässigen Resultaten zu kommen. Bei bifilarer Aufhängung ist allerdings die Torsionskraft der Drähte nur als ein Correktionsglied in Rechnung zu ziehen und daher sind Temperaturschwankungen in dieser Hinsicht ziemlich ohne Einfluss, aber hier kommen geringe Verschiebungen in der Lage der beiden obern Befestigungspunkte der Drähte sehr in Betracht und solche können leicht durch Temperaturänderungen in dem Aufhängegestell, oder in dem Gewölbe, welches die bifilare Drehwaage trägt, eintreten. Pendel und Drehwaage werden an Genauigkeit in Bezug auf diese Messungen bei weitem übertroffen

von der Waage, welche zuerst von Hrn. von Jolly*) auf Probleme der Gravitation angewandt ist. Er äquilibrirte eine und dieselbe Masse einmal durch Aufsetzen von Gewichtsstücken auf eine in gleicher Höhe befindliche Waagschale, ein anderes Mal durch Aufsetzen von Gewichtsstücken auf eine 21 m tiefer befindliche mit jener oberen durch einen Draht verbundenen Waagschale. Die Differenz ergab die Abnahme der Schwere mit der Höhe. Er baute dann unterhalb der unteren Schale eine 5775 kg schwere Bleikugel auf und bestimmte wiederum die entsprechende Differenz. Die Zunahme derselben ergab die Attraction der Bleikugel auf die Gewichte in der unteren Schale, da bis zur oberen Schale, wie der Versuch ergab, die Bleikugel keine messbare Wirkung ausübte. Die wesentlichsten Fehlerquellen sind die durch die Höhe des Beobachtungsraumes unvermeidlichen Temperaturdifferenzen, sowie die durch Luftströmungen an dem 21 m langen Drahte verursachte Reibung.

Gänzlich unabhängig von einander sind wir beide auf eine Methode gekommen, bei welcher die vierfache Attraction der benutzten Bleimasse zur Messung durch die Waage gelangt und überdies Temperaturdifferenzen und Luftströmungen fast völlig vermieden werden können.

In der Mitte der horizontalen Oberfläche eines parallelepipedischen Bleiklotzes ist eine Waage so aufgestellt, dass ihre Schalen möglichst nahe über der Oberfläche schweben. Unter jeder Schale ist der Bleiklotz vertical durchbohrt und vermöge zweier durch diese Löcher führenden Stangen sind an den oberen Schalen zwei andere Schalen so angehängt, dass sie sich dicht unterhalb des Klotzes befinden.

Eine Masse m auf der Schale rechts oben wird durch Gewichtsstücke m_u in der Schale links unten in's Gleichgewicht gebracht. Dieselbe Masse m wird dann auf die Schale rechts unten gesetzt und mit Gewichtsstücken m_0 auf der Schale links oben äquilibrirt. Nehmen wir zur Vereinfachung der nachfolgenden

*) Ph. von Jolly, Abh. d. kön. bayer. Akad. d. Wiss. II. Cl. XIII und XIV und Wied. Ann. XV, 331 1881.

schematischen Berechnung an, der absolute Werth der vertikalen Componente der beschleunigenden Kräfte, welche der Klotz am Orte der oberen und unteren Schalen ausübt, sei derselbe; er werde mit k bezeichnet. Nennen wir g_0 resp. g_u den Werth der Schwere am Orte der oberen resp. der unteren Schalen, und setzen

$$g_u - g_0 = \gamma$$
$$m_u - m_0 = \delta_m$$

so ist, wenn man berücksichtigt, dass k und γ gegen g_0 sehr klein sind,

$$\delta_m = \frac{2m}{g_0}(2k-\gamma).$$

Die Grösse γ ist zu bestimmen durch Wägungen, welche an derselben Waage in gleicher Weise vor Aufbau des Bleiklotzes ausgeführt sind*). Nennen wir hier δ'_m die dem obigen Werthe δ_m analoge Gewichtsdifferenz, so ist

$$\gamma = \frac{\delta'_m \cdot g_0}{2m}.$$

Führen wir diesen Werth in den Ausdruck für δ_m ein, so ergiebt sich

$$\delta_m = \frac{4mk}{g_0} - \delta'_m.$$

Demnach ist

$$k = \frac{g_0}{4m}(\delta_m + \delta'_m).$$

Wir erhalten also k aus den zu messenden Grössen g_0, m, δ_m und δ'_m, wobei für die Beurtheilung der Genauigkeit darauf hingewiesen werde, dass bei demjenigen Verhältniss von Grundfläche und Höhe dieses Parallelepipeds, welches k zu einem Maximum macht, δ_m und δ'_m beide positiv sind**).

Ist nun V das Potential des Bleiklotzes, G die Gravitations-

---

*) Dass es unzulässig ist γ aus dem bekannten Abstand der Waagschalen und dem Erdradius zu berechnen ist von Hrn. v. Jolly experimentell nachgewiesen worden.

**) Eine etwas ausführlichere Darstellung der Rechnung findet sich in den Sitzungsberichten der Berl. Akad. der Wissenschaften vom 18. December dieses Jahres.

constante, z die vertikale Coordinate, so ist

$$k = G \frac{\partial V}{\partial z}.$$

Der Differentialquotient $\frac{\partial V}{\partial z}$ lässt sich aus den bekannten Dimensionen des Parallelepipeds und dem Orte der Schalen berechnen; unsere Beobachtungen ergeben also die Gravitationsconstante G und damit auch die mittlere Dichtigkeit der Erde.

Es sind von uns bereits die einleitenden Schritte zur experimentellen Ausführung dieser Methode geschehen. Wir gedenken eine Bleimasse zur Anwendung zu bringen, welche etwa die doppelte Attraction der von Hrn. von Jolly benutzten Kugel ausübt; die Bestimmung der Grösse k könnte also von uns unter sonst gleichen Umständen bereits mit der achtfachen Sicherheit ausgeführt werden. Ueberdies sind wir bei dem bedeutend kleineren Abstand der oberen von den unteren Waagschalen ($1\frac{1}{2}$ bis 2 m) in der Lage, die Vertauschung der Gewichtsstücke innerhalb eines geschlossenen Kastens durch eine automatische Vorrichtung auszuführen, wodurch Temperaturunterschiede und Luftströmungen fast völlig vermieden werden. Wir können also mit Gewissheit eine erheblich grössere Genauigkeit unserer Bestimmung erwarten.

Eingegangene Geschenke.

Untersuchungen über thierische Elektricität von Emil du Bois-Reymond. II B. (2. Abth.) Berlin, Reimer 1884.

G. Brügelmann. Ueber die Krystallisation, Beobachtungen und Folgerungen. 3 Mitth. Leipzig. Metzger u. Wittig. 1884.

Die Bildung von Ozon, Wasserstoffsuperoxyd und Ueberschwefelsäure bei der Elektrolyse verdünnter Schwefelsäure von F. Richarz. Inauguraldissertation. Berlin 1884.

E. v. Gothard. Ein Meteoroskop mit Beleuchtungslaterne. Aus Z. S. f. Instrumentenkunde 1884.

Festschrift der königlichen technischen Hochschule zu Berlin zur Feier der Einweihung ihres neuen Gebäudes. Berlin 1884.

G. Karsten. Periodische Erscheinungen des Thier- und Pflanzen-

reiches in Schleswig-Holstein 1878/1883. — Ueber die Beziehungen zwischen der Erndtezeit und den klimatischen Verhältnissen. — Milde Winter. — Anomalien und Störungen des Klimas.

Conférence internationale pour la détermination des unités electriques. IIe Session. Paris 1884. Imprimerie nationale.

G. Karsten u. Flögel. Feste Rückstände im Regenwasser. Aus Schriften d. naturw. Vereins f. Schleswig-Holst. V. 1884.

A. Meyer. Periodische Schwankungen des Salzgehalts im Oberflächenwasser in der Ostsee und Nordsee.

G. Karsten. Die Beobachtungen an den Küstenstationen und Schiffsbeobachtungen. IV. Bericht d. Commission zur Untersuchung der deutschen Meere. Kiel 1884 bei Schmidt.

Das Wissen der Gegenwart. Deutsche Universalbibliothek für Gebildete. XXVIII. Band: Die Elektricität und ihre Anwendungen, in ihren Principien für weitere Kreise dargestellt. Prag. Tempsky. 1885.

W. Voigt. Berichtigung zu der Duplik E. Ketteler's. Abdr. aus Ann. d. Phys. XXIII. 1884.

— — Theorie der elektromagnetischen Drehung der Polarisationsebene. Abdr. aus Ann. d. Phys. XXIII. 1884.

C. M. Guldberg et H. Mohn. Études sur les mouvements de l'atmosphère. IIe partie. Christiania. 1880. 4°.

Preisverzeichniss No. 10 über physikalische und chemische Apparate für Hochschulen und höhere Lehranstalten von Ferdinand Ernecke. Berlin SW.

J. M. Hill. On some General Equations which include the Equations of Hydrodynamics. Aus Cambridge Philos. Trans. XIV. 1.

— — On the Motion of fluid part of which is moving rotationally and part irrotationally. Aus Philos. Trans. II. 1884.

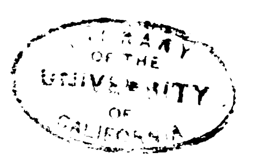
Die deutsche Käferwelt. Allgemeine Naturgeschichte der Käfer Deutschlands sowie ein praktischer Wegweiser, die deutschen Käfer leicht und sicher zu bestimmen von Carl Schenkling. I. Lieferung. Leipzig b. Lecher.

Zeitschrift zur Förderung des physikalischen Unterrichts. Her-

ausgegeben und redigirt vom physikalisch-technischen Institut. Lisser u. Benecke. I. Jahrg. 1884. October.

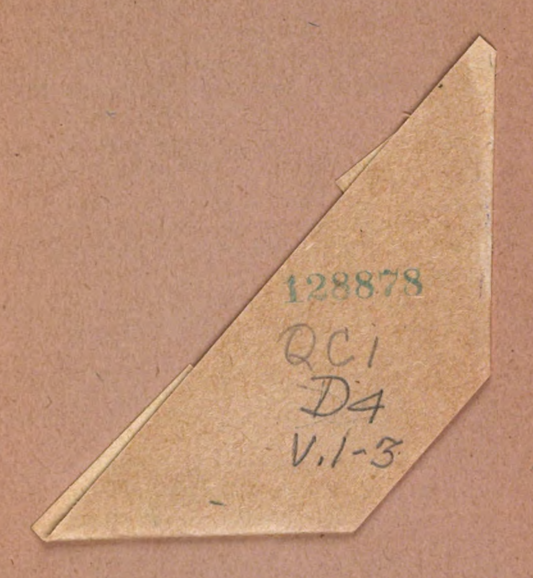
O. Schumann. Die Reibungsconstante von Gasen und Dämpfen und ihre Abhängigkeit von der Temperatur. Habilitationsschrift. Leipzig b. Metzger u. Hittig 1884.

H. Kayser. Ueber die Verdichtung der Kohlensäure an Glasflächen und ihre Diffusion durch Fettschichten. Aus Ann. d. Phys. XXIII. 1884. (Sep.-Abdr.)



Separatabdruck aus den „Fortschritten der Physik".
Druck und Verlag von Georg Reimer in Berlin.


U. C. BERKELEY LIBRARIES
C061357789


128878
QC1
D4
V.1-3



